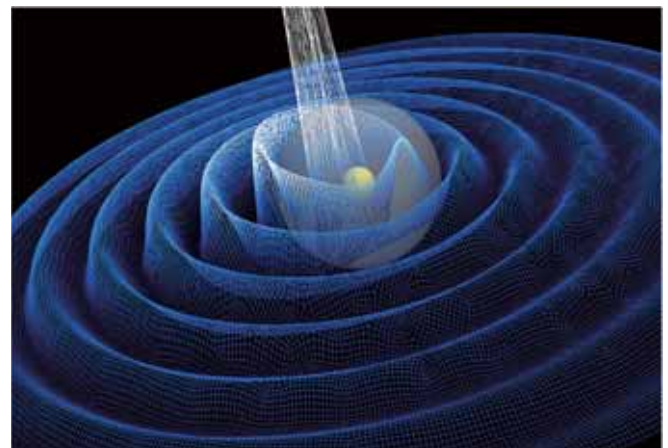


音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise Ver6.0 ご紹介セミナー

2019年 7月 9日(火)開催

プログラム

13:30~13:35 (5分)	主催者あいさつ アドバンスソフト株式会社のご紹介	1
	常務取締役 板橋 元嗣	
13:35~13:55 (20分)	音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の機能紹介	5
	主管研究員 徳永 健一	
13:55~14:40 (45分)	音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise 新機能について ~構造音響連成の事例~	25
	主事研究員 田之上 文彦	
14:40~14:50 (10分)	休憩	
14:50~15:50 (60分)	招待講演 ※資料は非公開です 「音響解析手法の活用基礎 ~低振動低騒音化のための二段階設計をふまえて~」 神奈川大学 工学部 教授 山崎 徹 様	
15:50~16:10 (20分)	音響解析についてのライトニングトーク 当社技術者	39
16:10~16:20 (10分)	汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAP のご紹介 主管研究員 徳永 健一	49
16:20~16:30 (10分)	価格および関連サービスのご紹介、質疑応答 ※資料は一部非公開です 営業部 佐藤 琴美	59



アドバンスソフト株式会社のご紹介

常務取締役 板橋元嗣

音響解析ソフトウェアAdvance/FrontNoiseVer6.0 ご紹介セミナー
2019年07月9日 (火)
アドバンスソフト株式会社

会社概要

名 称 アドバンスソフト株式会社
(AdvanceSoft Corporation)

本 社 〒101-0062
東京都千代田区神田駿河台4-3
新お茶の水ビル17階
TEL: 03-6826-3970
FAX:03-5283-6580

設 立 2002年(平成14年)4月24日

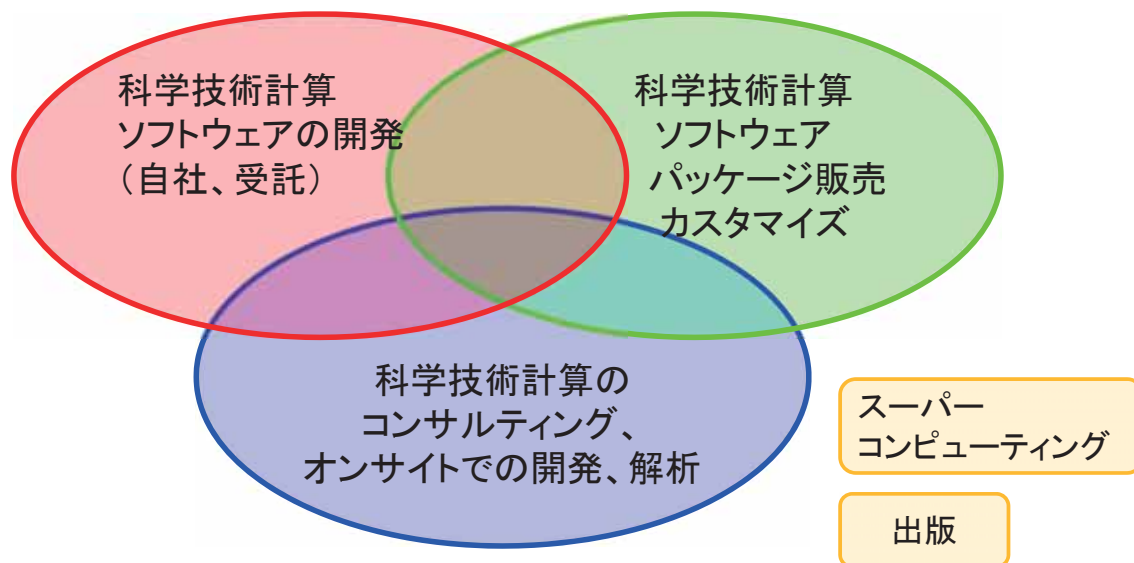
資本金 3,724万円

社員数 106名(2019年5月1日時点)

事業部	部	事業内容
第1 事業部	技術第1部	ナノ材料の第一原理計算、量子化学計算やメソ領域の開発など
	技術第2部	プリポストシステム開発、連成システム開発、構造・音響解析などのエンジニアリング、構造解析ソルバーの開発など
	技術第6部	次世代TCADシステムの開発
	材料システム 開発室	先端的なナノシミュレーション事業および関連する国プロを企画・推進
	ナノシミュレーション 研究開発センター	材料設計統合システムの開発、および、関連する先端的なナノ分野の事業を企画推進
第2 事業部	技術第4部	燃焼・爆轟に係る流体解析ソルバー開発、混相流に係る次世代流体解析システム開発、流体解析ソルバーの受託
第3 事業部	技術第3部	乱流、燃焼、化学反応等に係わる次世代流体システム開発など
	技術第7部	J-PARCIに係わるプロジェクトの実施等
第4 事業部	技術第5部	原子力・エネルギー利用に係る安全性解析など 管路系流体解析エンジニアリング業務
関西支店		西日本地区での活動拠点。ナノシミュレーションを中心としたサービスを提供
研究 開発 部門	研究開発 センター	地球科学を中心とした事業を企画・推進します。
	熱流動エンジニア リングセンター	原子力、管路系、気液二相流等の熱流動エンジニアリング事業
	リスク研究開発 センター	原子力分野に関するPRAを中心としてリスク研究開発に係る事業
総合企画部		コンサルティングサービスの提供 解析サービス、実験支援サービスの提供
営業本部	営業部	お客様窓口

事業内容

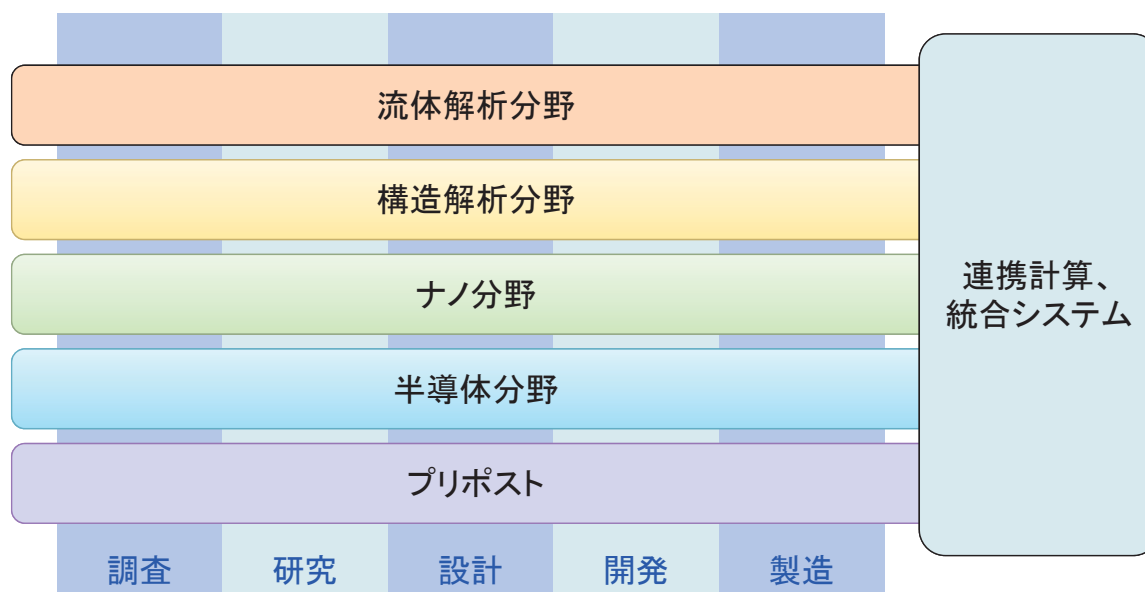
アドバンスソフトがご提供するサービス



科学技術計算ソフトウェアの開発を基礎とした、
科学技術計算に関する様々なソリューションをご提供します。



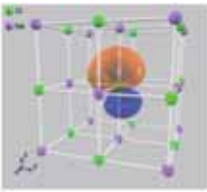
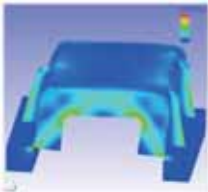
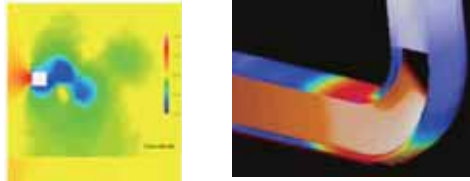

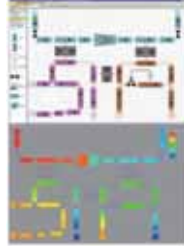
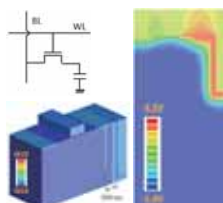
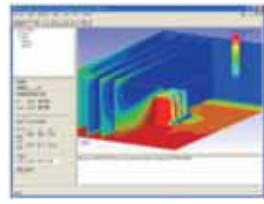
事業分野



産業の主要な分野のあらゆるフェーズで直面する課題に対し、
科学技術計算によるソリューションをご提供します。



アドバンスソフトのパッケージソフトウェア

<p>ナノ</p> <p>Advance/PHASE Advance/NanoLabo</p> 	<p>構造・音響</p> <p>Advance/FrontSTR Advance/FrontNoise</p> 	<p>流体</p> <p>Advance/FrontFlow/red Advance/FrontFlow/FOCUS</p>  <p>Advance/FrontFlow/MP</p>  <p>Advance/FrontNetシリーズ</p> 	
<p>半導体・光／電磁波</p> <p>Advance/TCAD Advance/ParallelWave</p> 	<p>プリポスト</p> <p>Advance/REVOCAP</p> 		

※上記は主要パッケージを掲載しています。詳細は弊社HP(www.advancesoft.jp)をご参照ください。

パッケージソフトウェアの解析事例

解析事例Webページをリニューアルしました。

アドバンスソフト 事例集

検索

<http://case.advancesoft.jp>

- ソフトウェア名からだけでなく、産業分野別、解析分野別の検索が可能となりました。
- 最新の事例を掲載しました。今後も逐次最新事例を紹介いたします。

産業分野別	解析分野別
自動車・運輸	流体
材料・化学	爆発・燃焼
産業機械	構造
航空宇宙	振動音響
エレクトロニクス	ナノ・バイオ
建設土木	プリポスト
原子力	半導体デバイス
エネルギー	光・電磁波
環境・防災	

facebook、YouTubeでも関連記事を掲載中



<http://www.advancesoft.jp/>

<http://www.facebook.com/advancesoft.jp>

<http://www.youtube.com/user/advancesoft>



Copyright ©2019 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoiseの機能紹介

技術第2部 徳永健一

音響解析ソフトウェアAdvance/FrontNoiseVer6.0 ご紹介セミナー
2019年07月9日（火）
アドバンスソフト株式会社



本日の内容

- 概要
- 商品構成
- 開発経緯・ロードマップ
- 定式化
 - 基礎方程式
 - 境界条件
 - 音源
 - 媒体
 - 数値解法
 - 時間積分
 - 構造音響強連成
 - 無限要素
- 連成解析
 - 構造音響連成解析
 - 流体音響連成解析
- 使い方
 - 入出力ファイル
 - 周辺ツール
- その他
- スペック一覧



概要

- 有限要素法の音響解析ソフトウェアです
- 波動方程式を解きます
- 周波数領域と時間領域の2種類のソルバーがあります

- 入力
 - 有限要素メッシュ
 - 境界条件
 - 音源
 - 媒体
- 出力
 - 周波数ごとの音響速度ポテンシャル(周波数領域ソルバー)
 - 時間ごとの音圧と粒子速度(時間領域ソルバー)

商品構成

- ソルバー本体(周波数領域、時間領域)
- 前処理ツール(主にデータ変換)
- 後処理ツール(結果抽出する等)
- 連成解析用のマッピングツール

Advance/FrontNoise のパッケージは上記をすべて含んでいます。

別途プリポストプロセッサAdvance/REVOCAPもご用意しています。

開発経緯

Advance/FrontNoiseは、当社が独自に開発したものです。

国のプロジェクトで開発した流体解析ソフトから得られる音源の伝播を解析することを目的として開発がスタートしました。

日付	Version	内容	節点数	テーマ
2006/04	Ver.1.0	境界要素法	10 ³	消音器の実証解析
2007/04	Ver.2.0	有限要素法	10 ⁵	構造音響連成解析
2008/04	Ver.2.4	行列反復法	10 ⁶	音響構造連成解析
2008/10	Ver.3.0	温度・速度		
2009/10	Ver.3.1	透過損失		並列化



ロードマップ

当初は境界要素法を採用していましたが、大規模計算に対応するためにVer.2.0から有限要素法を採用しています。

Ver.4.Xでは大規模並列、連成解析、時間領域版の対応などの取り組みを進めてきました。

日付	Version	内容	節点数	テーマ
2011/10	Ver.4.0	領域分割並列化	10 ⁷	内部流れの流体音響連成解析
2012/04	Ver.4.1	大規模並列時間領域		
2014/06	Ver.4.2	流体連成・構造連成		
2015/03	Ver.4.3	周波数応答解析との連成解析スパコン対応		精度検証
2016/03	Ver.5.0			時間領域、周波数領域の比較



次のバージョンの予定

Ver.5.1で外部領域の解析のための無限要素の導入を実施しました。

構造音響強連成に対応した Ver.6.0 は2019年9月にリリース予定です。

次のマイナーバージョンアップ Ver.6.1 では、本体やツールの入力仕様を整備して、より使いやすいソフトウェアにしていく予定です。

日付	Version	内容	節点数	テーマ
2017/06	Ver.5.1	無限要素		外部領域
2018/02	Ver.5.2	無限要素+一定流れ場		
2019/09	Ver.6.0	構造音響強連成		
2020/07	Ver.6.1	入力仕様の整備		

基礎方程式(1)

$P(x, t)$: 音圧 Pa

$V(x, t)$: 粒子速度 m/s

ρ : 密度 kg/m^3

c : 音速 m/s

連続の式

$$\frac{dP}{dt} + K \cdot \text{div}(V) = 0$$

$$K = \rho c^2 \quad \text{: 体積弾性率}$$

運動方程式

$$\rho \frac{dV}{dt} + \text{grad}(P) = 0$$

基礎方程式(2)

音響速度ポテンシャルを導入する $\Psi(x, t)$ 音響速度ポテンシャル m^2/s

粒子速度 $V(x, t) = grad(\Psi(x, t))$

$$\nabla^2 V(x, t) = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 V(x, t)}{\partial t^2}$$

音圧 $P(x, t) = -\rho \frac{\partial \Psi(x, t)}{\partial t}$

$$\nabla^2 P(x, t) = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 P(x, t)}{\partial t^2}$$

波動方程式が得られる

$$\nabla^2 \Psi(x, t) = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Psi(x, t)}{\partial t^2}$$

評価したい値

音圧レベル $SPL = 10 \cdot \log \left(\frac{P}{P_0} \right)^2$ $P_0 = 2 \times 10^{-5} [Pa]$

基礎方程式(周波数領域)

$$\nabla^2 \Psi(x, t) = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Psi(x, t)}{\partial t^2}$$

定常的な波を仮定する。 $\Psi(x, t) = \sum_{\nu=1, \infty} \phi_{\nu}(x) e^{-i\omega t}$ $\omega = 2\pi\nu$
右式を代入する。

$$\begin{aligned} \sum_{\nu=1, \infty} \nabla^2 \phi_{\nu}(x) e^{-i\omega t} &= \frac{1}{c^2} \sum_{\nu=1, \infty} \phi_{\nu}(x) \frac{\partial^2}{\partial t^2} e^{-i\omega t} \\ &= - \sum_{\nu=1, \infty} \frac{\omega^2}{c^2} \phi_{\nu}(x) e^{-i\omega t} \end{aligned}$$

各周波数を比較して

$$\nabla^2 \phi(x) + k^2 \phi(x) = 0$$

$$k = \frac{2\pi\nu}{c}$$

※ ϕ の添え字の ν を省略した

基礎方程式(周波数領域、場の速度あり)

$$\begin{aligned} & \left(1 - M_x^2\right) \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \left(1 - M_y^2\right) \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} + \left(1 - M_z^2\right) \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} \\ & - \left(2M_x M_y \frac{\partial^2 \phi}{\partial x \partial y} + 2M_y M_z \frac{\partial^2 \phi}{\partial y \partial z} + 2M_z M_x \frac{\partial^2 \phi}{\partial z \partial x}\right) \\ & - 2ik \left(M_x \frac{\partial \phi}{\partial x} + M_y \frac{\partial \phi}{\partial y} + M_z \frac{\partial \phi}{\partial z}\right) + k^2 \phi = 0 \end{aligned} \quad \text{in } \Omega$$

周波数毎に音響速度ポテンシャルを解く

$$k = \frac{2\pi\nu}{c} \quad M_x = \frac{u}{c} \quad M_y = \frac{v}{c} \quad M_z = \frac{w}{c}$$

$$P(x) = -\rho(-i\omega\phi(x) + v_0 \cdot \nabla\phi(x))$$

音響速度ポテンシャルから音圧を求める

$$V(x) = \text{grad}(\phi(x))$$

音響速度ポテンシャルから粒子速度を求める

※ 温度が分布を持つ場合には音速cが場所毎に変化する。

基礎方程式(まとめ)

- 時間領域
 - 連続の式と運動方程式を直接連立させて解く
- 周波数領域
 - 音響速度ポテンシャルについての波動方程式をフーリエ変換して、周波数についての方程式にして解く
 - 場の速度がある場合は修正項がある

※Advance/FrontNoiseの計算理論については当社の雑誌「アドバンスシミュレーション」で詳細に説明しています。

境界条件

周波数領域での境界条件 (数学的には混合境界条件を与える)

$$\alpha(x)\phi(x) + \beta(x)\frac{\partial\phi(x)}{\partial n} = f(x) \quad \text{on } \partial\Omega$$

境界条件	$\alpha(x)$	$\beta(x)$	$f(x)$	備考
時系列圧力	$i\omega\rho$	0	$-p_k(x)$	流体音響連成
時系列速度	0	1	$v_k(x)$	構造音響連成
時系列変位	0	1	$-i\omega u_k(x)$	構造音響連成
時系列加速度	0	1	$-\frac{1}{i\omega}a_k(x)$	構造音響連成
インピーダンス	$i\omega\rho$	$-Z$	0	壁面の境界
完全反射	0	1	0	デフォルト
無反射	$i\omega\rho$	ρc	0	ρc 境界

音源

- 点音源
 - 音源の大きさが波長に比べて十分に小さい音源
 - 点音源から放射された音波は球面状に伝播
 - 各点の音の強さは、音源からの距離の2乗に反比例する
- 面音源
 - 平面的な広がりをもった音源
 - 無限に広い均一な面音源から放射された音波は平面状に伝播
 - 各点の音の強さは、減衰しない
- 二重極音源
 - 流体音響連成解析で用いる
 - 壁の圧力変動の音源を設定する
- 四重極音源
 - 流体音響連成解析で用いる
 - Lighthillテンソルの2階微分の音源を設定する

物性値

- 周波数領域解析の場合
 - 媒体の速度、温度を与えることができます。
 - 多孔質体を模擬した材質を与えることができます。
- 時間領域解析の場合
 - 速度、温度は場で一定の値を与えることができます。



有限要素法

- 四面体要素を利用します。
 - 形状適合性が高い。
 - 容易にメッシュを作成することが可能である。
 - 問題規模は(要素数ではなく)節点数に依存するため、四面体が不利になることはない(四面体を利用したからといって、問題規模が大きくなることはない)
- 四面体1次要素を利用します。
 - ポテンシャルを解くだけなので、四面体2次要素を利用するメリットがない。
- 定式化にはGalerkin法を利用します。
- 境界条件は混合境界条件に対応します。



数値解法

- 方程式の解法
 - 有限要素法を適用して離散化しています。
 - 離散化した基礎方程式は、複素係数の大規模連立一次方程式となります。
 - 複素数の変数の数は、節点数と等しい。
 - その連立方程式には、大規模解析にも実績のある疎行列用反復解法を適用しています。
 - 周波数領域解析の場合、ひとつの周波数に対して、1回の線形方程式を解きます。
- 線形ソルバー
 - 直接法と反復法が利用できます。
 - 反復法のデフォルトはSchwarz前処理とGMRESの組み合わせです。
 - BiCG法や、ILU前処理、MG前処理も利用できます。

時間積分(時間領域解析)

- 時間方向の離散化はFDTD法(時間領域差分法)を拡張して利用しています。
 - 前の時間の音圧と速度の微分から現在の音圧を求めます。
 - 前の時間の速度と音圧の微分から現在の速度を求めます。
 - この2つを交互に繰り返します。

$$\frac{dP}{dt} + \kappa \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) = 0 \quad \longrightarrow \quad \frac{P^n - P^{n-1}}{\Delta t} + \kappa \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) = 0$$

$$\rho \frac{du}{dt} + \frac{\partial P}{\partial x} = 0 \quad \longrightarrow \quad \rho \frac{u^n - u^{n-1}}{\Delta t} + \frac{\partial P}{\partial x} = 0$$

$$\rho \frac{dv}{dt} + \frac{\partial P}{\partial y} = 0 \quad \longrightarrow \quad \rho \frac{v^n - v^{n-1}}{\Delta t} + \frac{\partial P}{\partial y} = 0$$

$$\rho \frac{dw}{dt} + \frac{\partial P}{\partial z} = 0 \quad \longrightarrow \quad \rho \frac{w^n - w^{n-1}}{\Delta t} + \frac{\partial P}{\partial z} = 0$$

大規模計算

- MPIによる並列化(周波数領域)
 - 疎行列用反復解法の処理を中心に並列化しています。
 - 大規模問題に適用できるデータ構造としています。
- MPIによる並列化(時間領域解析)
 - メッシュを内部で自動的に分割しています。
 - FDTD法を並列で処理しています。
- ユーザは領域分割を意識する必要なし
 - 実行時に「mpirun -np 並列数」を付けるかどうかだけの違いです
- 各種スーパーコンピュータにも対応しています
 - SGI UV2000、FUJITSU PRIMEHPC FX10、Cray H2312
 - 8億要素のモデルで動作検証

構造音響強連成解析

構造物の変位を変数とした固体の時間領域の運動方程式

$$M \frac{d^2 u}{dt^2} + Ku = F$$

を周波数領域に変換した方程式 ($u(x, t) = \sum \hat{u}_v(x) e^{-i\omega t}$)

$$-\omega^2 M \hat{u} + K \hat{u} = \hat{F}$$

を音響と連立させて解きます。音響と構造の間の相互作用は以下のようにします。

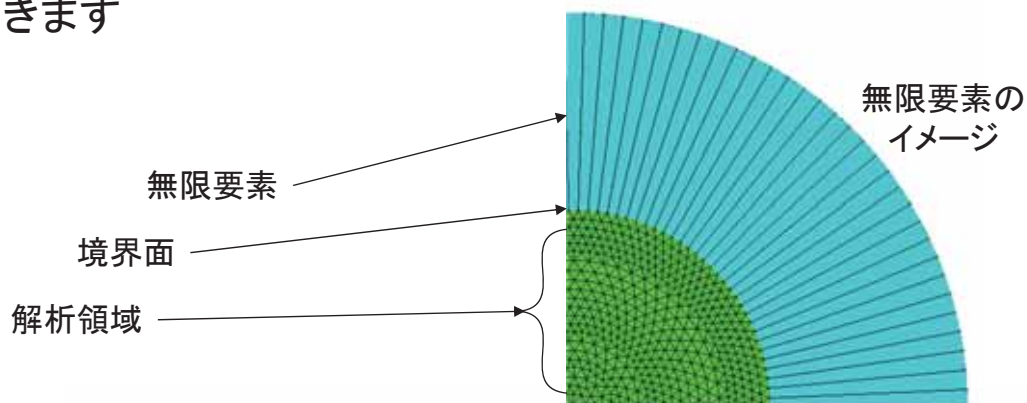
- 音響⇒構造: 圧力を分布荷重にする
- 構造⇒音響: 変位の時間微分と粒子速度の釣り合い

数値解法では、4面体1次要素を内部で2次要素に変換して計算します。

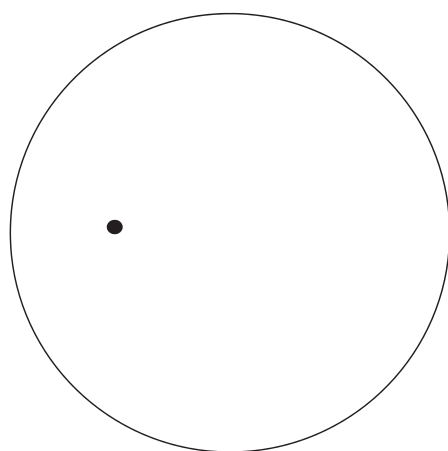
詳細は次の発表で説明します。

無限要素

- 解析領域の外部領域の解を求めることができます
- より精度の高い無反射境界のモデル化です
- 観測点及び観測面は解析の後で設定することができます
- 解析領域を小さくすることができ、処理速度、メモリが節約できます



基礎検証; 解析条件

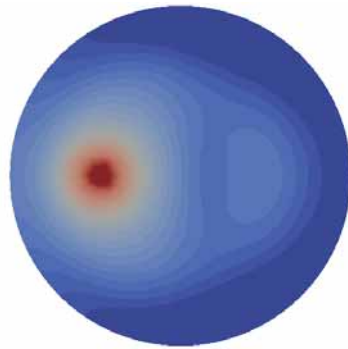


【偏心位置に音源】
音源は空間の1点、境界は透過境界
解析領域の偏心した位置に音源

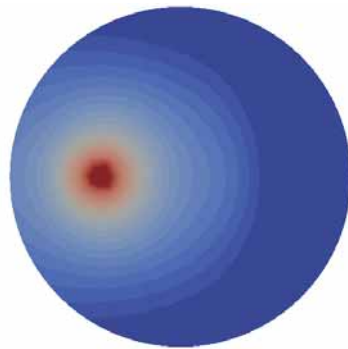
項目	内容
形状	半径0.3mの球
座標	球中心を原点(0,0,0)とする
音源	体積速度1.0[m ³ /sec]の点音源
音源位置	(0.16, 0, 0)
音速	344 [m/sec]
密度	1.19 [kg/m ³]
周波数	1kHzの1周波数のみ
外側境界	無限要素を貼り付ける。
メッシュ幅	0.02 [m]
要素数	114,666要素
節点数	20,796節点
境界面の数	6,800面

基礎検証；無限要素とpc境界比較

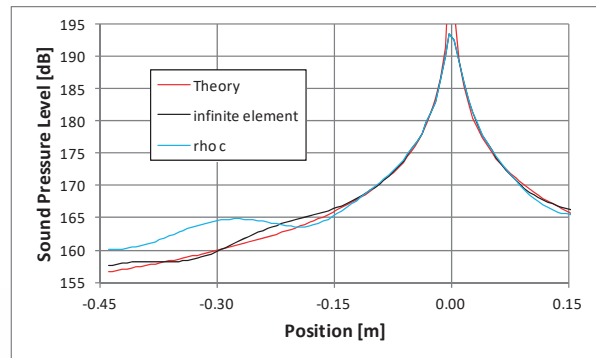
△
pc境界利用
(音圧レベル)



○
無限要素利用
(音圧レベル)

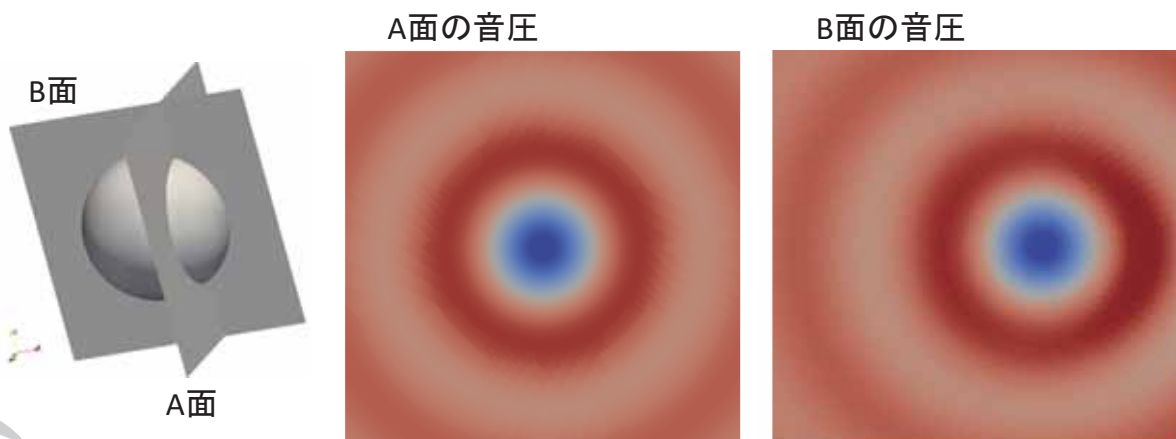


- 無限要素は精度の高い吸収境界として機能する。
- pc境界よりも無限要素を利用した解析の方が、解析解とよく一致する。



基礎検証；観測面での解析結果

- 点音源の解析解と一致(解析領域内の有限要素内)
- 観測面の値も解析解と一致(解析領域外の無限要素内)



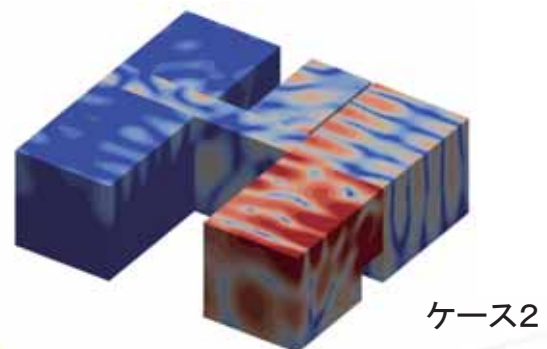
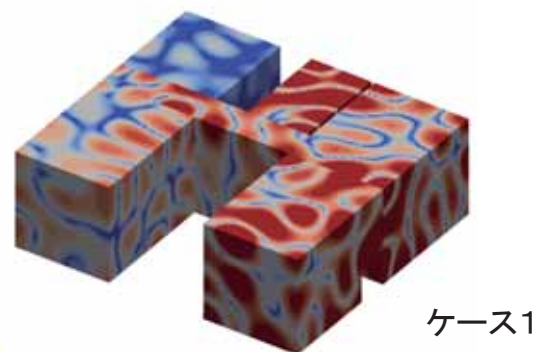
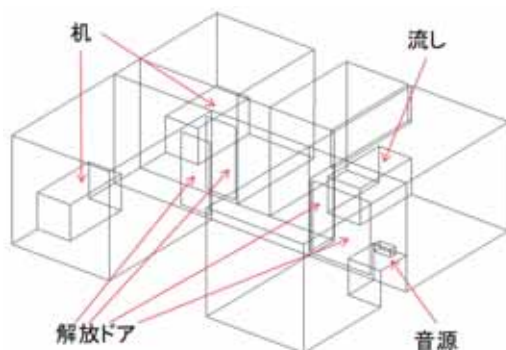
構造音響連成解析

構造解析の振動結果を音源として音響の伝播を計算します

- 構造解析からのデータ(コンバーター)
 - 構造解析の変位の時刻歴解析結果
 - 構造解析の周波数応答解析結果
- 周波数の情報に変換(連成ツール)
 - 時刻歴解析結果の場合、境界面上の周波数の情報に変換(Fourier変換)
- マッピング(連成ツール)
 - 構造解析の境界面の情報を音響解析の境界面に写す
- 境界条件(前処理ツール)
 - 変位境界条件に変換する
- 音響解析の実行

構造解析結果を音源とした音響解析例

- 室内の音圧レベルの解析



ケース名	音源	床	壁
ケース1	構造解析	完全反射	完全反射
ケース2	構造解析	完全吸収	完全反射

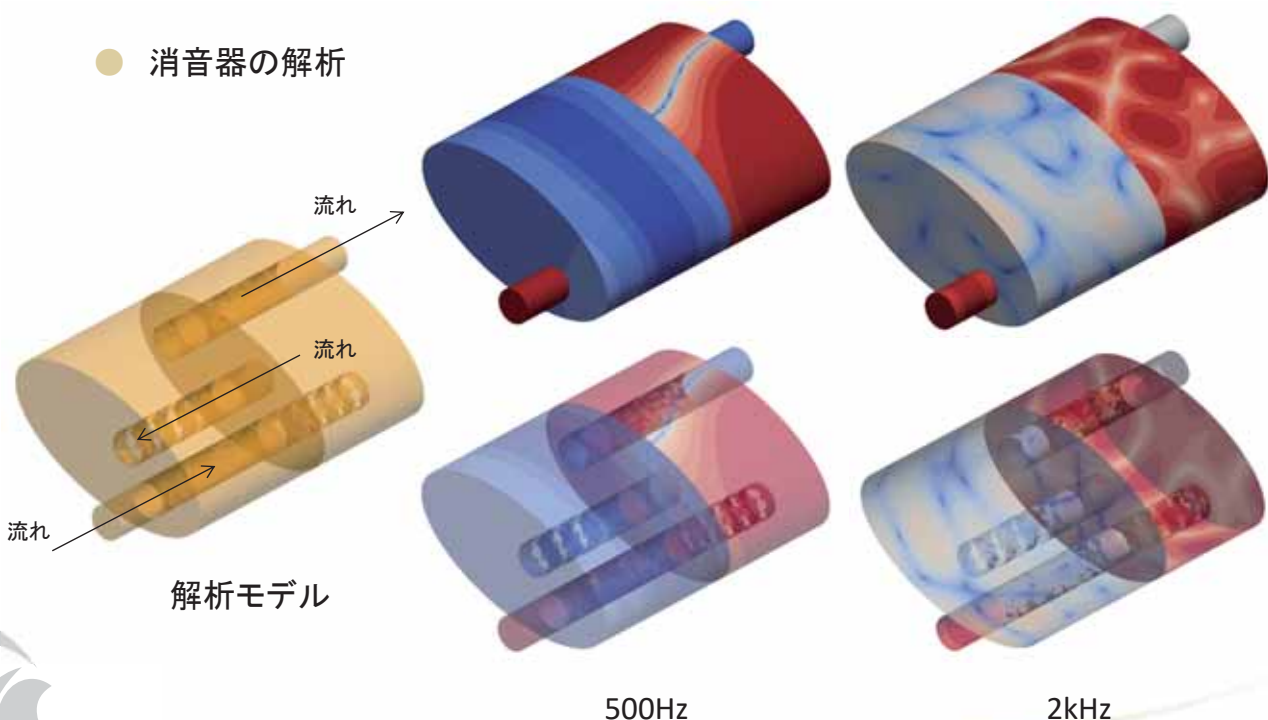
流体音響連成解析

流体解析で計算された音源の伝播を計算するものです。

- 乱流応力が音源の時
 - 流体解析からのデータ(コンバーター)
 - 計算領域全体での速度場の時刻歴データ
 - 速度からLighthill乱流応力テンソルを求める
 - 周波数の情報に変換(連成ツール)
 - 乱流応力テンソルの2階微分の Fourier 変換
 - 音源へマッピング(連成ツール)
 - 四重極音源
- 壁面の圧力変動が音源の時
 - 流体解析からのデータ(コンバーター)
 - 壁面での圧力値の時刻歴データ
 - 周波数の情報に変換(連成ツール)
 - 壁面の圧力値を Fourier 変換
 - 音源へマッピング(連成ツール)
 - 二重極音源

流体解析結果を音源とした音響解析例

● 消音器の解析



入出力データについて

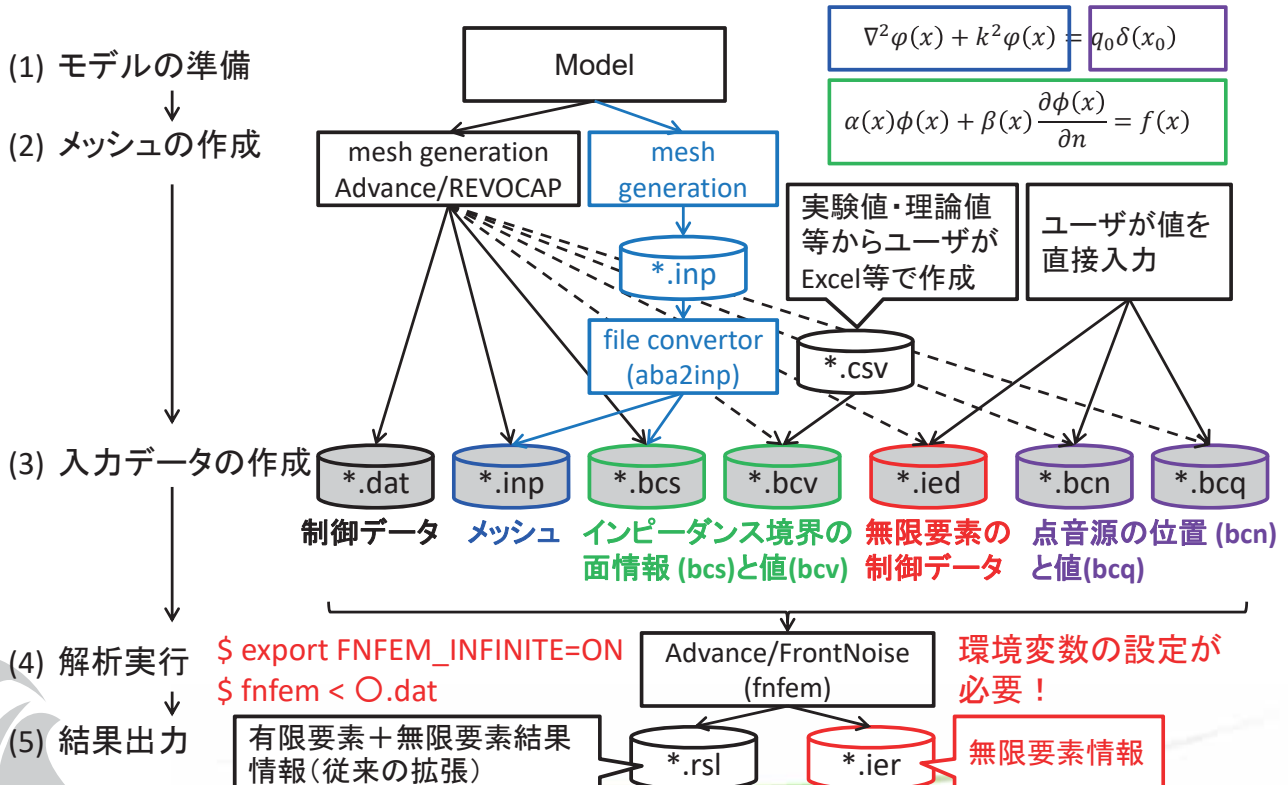
■ 入力データの作成方法

- 専用のプリポストプロセッサAdvance/REVOCAPを使って作成する
- 既存のメッシュファイルから変換ツールを使って作成する
 - 構造解析系のメッシュファイルは Nastran Bulk Data Format からの変換をおすすめしています
 - 流体解析系のメッシュファイルは CGNS 形式からの変換をおすすめしています

■ 出力データの評価方法

- 専用のプリポストプロセッサAdvance/REVOCAPを使って可視化する
- 特定の節点の値を取り出してグラフを書く
- 可視化用ファイルに変換してParaViewを使って可視化する

音響解析の流れと必要なデータ (周波数領域で無限要素を使う場合)



入力データの説明

項目	ファイル名	代表的なファイル作成方法
メッシュ	*.inp	メッシュ作成ソフト(Advance/REVOCAP)で作成する。または、メッシュ作成ソフトで作成したファイルをコンバートして作成する。
境界条件(面音源を含む)を面に与える場合	*.bcs	メッシュ作成ソフト(Advance/REVOCAP)で作成する。または、メッシュ作成ソフトで作成したファイルをコンバートして作成する。
	.bcv	実験値・理論値・文献値からexcel等で条件を作成して、csvでexportしたファイルを.bcvファイルとする。
無限要素を面に張り付ける場合	*.ied	メッシュ作成ソフト(Advance/REVOCAP)で作成する。または、手入力等で無限要素の入力データを作成して*.iedファイルとする。
点音源を節点に与える場合	*.bcn	メッシュ作成ソフト(Advance/REVOCAP)で作成する。または、メッシュ作成ソフトで作成したファイルをコンバートして作成する。または、節点探索ツールnfindを利用する。
	.bcq	手入力等で音源ファイルを作成して.bcqファイルとする。

$$\nabla^2 \varphi(x) + k^2 \varphi(x) = q_0 \delta(x_0)$$

$$\alpha(x)\phi(x) + \beta(x) \frac{\partial \phi(x)}{\partial n} = f(x)$$

Copyright ©2019 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

データ作成(前処理)周辺ツール

ツール名	プログラム名	概要
メッシュ細分化	refine	要素の1辺を1/2にして細分化する
点音源作成	psgen	二重局音源、四重極音源を境界条件に変換する
ABAQUS形式変換	aba2inp	メッシュフォーマット変換
NASTRAN形式変換	bdf2inp	メッシュフォーマット変換
OpenFOAM形式変換	foam2inp	メッシュフォーマット変換
CGNS形式変換	cgns2inp	メッシュフォーマット変換
境界条件可視化	bcs2inp	境界条件ファイルを可視化ファイルに変換
境界条件フォーマット変換	bcvconv	古い境界条件のフォーマットを新しいフォーマットに変換
節点検索	nfind	座標から節点番号を検索
入力データチェック	inpchk	整合性のチェック
境界条件データの面方向をそろえる	modbcs	面の向きを修正する

Copyright ©2019 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

解析結果(後処理)周辺ツール

ツール名	プログラム名	概要
計算結果粗視化	coarse	細分化した結果を戻す
UCD形式変換	rsl2inp	可視化フォーマット変換
結果編集	getnval	結果ファイルから特定の節点の値を取り出す
バイナリ結果編集	getnvalbin	結果ファイルから特定の節点の値を取り出す
固体表面データの可視化	bcsrsl2inp	計算結果の表面データを可視化ファイルに変換
リスタートファイル作成	rsl2res	リスタートファイルへ変換
結果の比較	difrs1	解析結果の比較

実行方法

- 周波数領域解析

```
いくつかの環境変数などの設定
$ mpirun -np 並列数 fnfem < 解析条件名.dat
```

- 時間領域解析

```
いくつかの環境変数などの設定
$ meshpart -n 分割数 -ascii 解析条件名
$ mpirun -np 並列数 fntime < 解析条件名.dat
```

- 後処理(例)

```
# 指定座標の値を取り出してCSVファイルに出力
$ ls *.rsl | getnvalbin 座標 メッシュファイル.inp > 結果.csv
# 結果ファイルを可視化用ファイルに変換
$ rsl2inp メッシュファイル.inp 結果ファイル.rsl 可視化用ファイル.inp
```

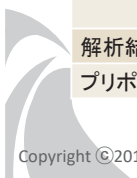
アカデミック対応

- 卒業論文のテーマで、音響解析をAdvance/FrontNoiseで行う場合は、特別価格で提供いたします。詳しくはお問い合わせください。
- 音響をテーマに研究されている学生の方のインターンシップを受け入れます。



Ver.6.0 周波数領域での解析機能

項目	内容	
基礎方程式	・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 ・ 構造物の振動も同時に解く構造音響強連成解析	
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) 無限要素の領域に一定速度を指定
	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
	構造	強連成解析のための構造の物性値の設定
音源	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
	点音源	節点に対して、単極子、二重極、または、四重極のパラメータを設定
境界条件	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
	外部境界	面(外部境界)に対して、 ρc 境界を設定(音響インピーダンスを与える機能の一部)
	無限要素	面(外部境界)に対して、無限要素を設定
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	



Ver.6.0 時間領域での解析機能

項目		内容
基礎方程式		音圧と粒子速度の波の方程式を時系列で解く
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		場で一定とする
音源	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
境界条件	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
	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
	時間積分	陽解法、FDTD方式をFEMに適用した手法
	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		音圧等を指定された出力間隔でファイル出力、定点の音圧等の時系列データをファイル出力、音圧等のある区間で平均化して出力
プリポスト		Advance/REVOCAP for FrontNoise

Advance / FrontNoise 新機能について ～構造音響連成の事例～

技術第2部 田之上 文彦

音響解析ソフトウェアAdvance/FrontNoiseVer6.0 ご紹介セミナー
2019年07月9日（火）
アドバンスソフト株式会社



内容

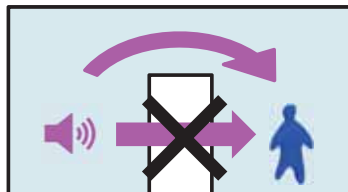
1. 開発の背景
2. 音響構造強連成の基礎方程式
3. 音響構造強連成機能の仕様概要
4. 音響構造強連成機能の検証
5. 解析事例



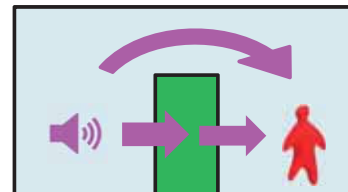
開発の背景

- 環境騒音への関心が高まっている
→防音壁等の効果の確認や寸法の設計に利用したい
- 構造部分の音の透過を考慮することが必要となる
→音響解析と同時に構造解析が実施できるとユーザは楽
→音響構造強連成機能が必要

音響のみ(従来)
回折音



音響構造連成解析
回折音+透過音



Copyright ©2019 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

3

音響構造強連成の基礎方程式

- 音響

$$(\nabla^2 + k^2)\phi = q \quad k = \omega/c$$
 ϕ :音響速度ポテンシャル、 q :点音源、 k :波数、 ω :角周波数、 c :音速
- 構造

$$(-\rho\omega^2 + K)\mathbf{u} = \mathbf{f} \quad \rho$$
:密度、 K :剛性項、 \mathbf{u} :変位、 \mathbf{f} :外力
- 音響→構造... 音圧が面に作用

$$\mathbf{f} = \iint P ds \quad P$$
:圧力
- 構造→音響... 壁面の振動速度と粒子速度のつり合い

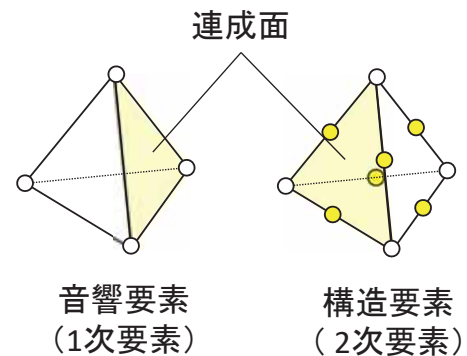
$$\text{grad}(\phi) = i\omega\mathbf{u}$$

Copyright ©2019 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

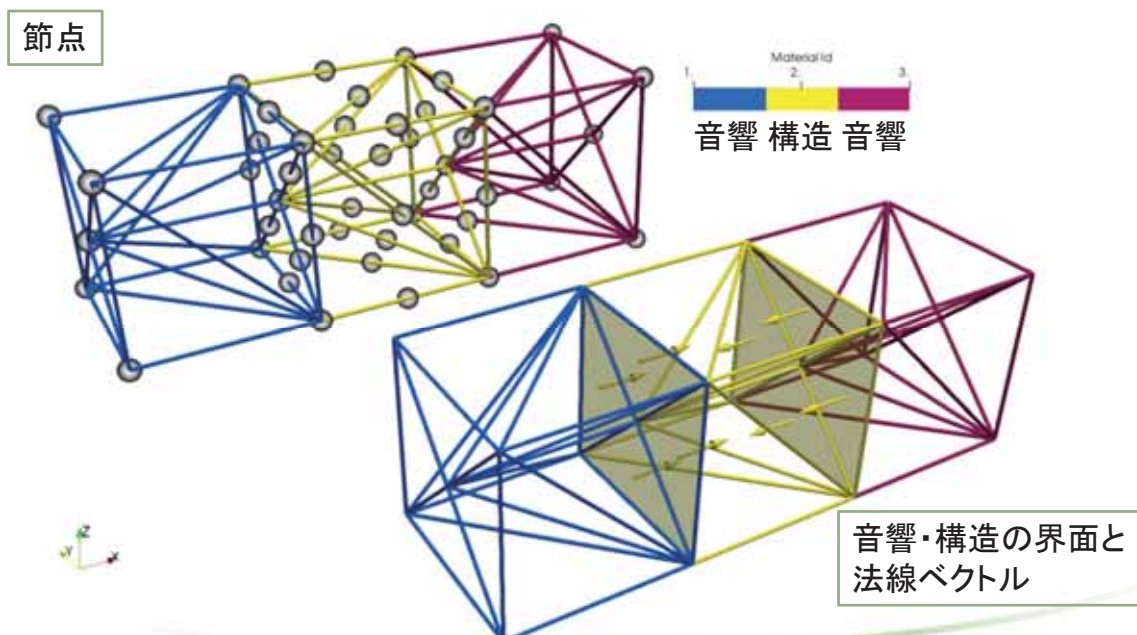
4

音響構造強連成機能の仕様概要

- 周波数ソルバー fnfem のみ
- 音響要素: 基本的に従来通り
- 構造要素
 - 弾性計算のみ
 - 四面体1次要素のみ
(ソルバー内部で2次要素に変換)
 - 連成面はソルバー内部で自動生成
 - 境界条件は節点の変位振幅のみ



音響構造強連成機能の仕様概要 2次要素変換と連成面の生成例



音響構造強連成機能の仕様概要 入力

- Material ID による関連付け
 - *.inp: 要素ごとに ID を指定する
 - *.mat: ID ごとに要素の種類と物性値を指定する
- 材質定義ファイルの新仕様の例(開発中)

```
ID=<id> TYPE=acoustic_porous
<frequency1> <density1_re> <density1_im> <sound_velocity1_re> <sound_velocity1_im>
<frequency2> <density2_re> <density2_im> <sound_velocity2_re> <sound_velocity2_im>
...
ID=<id> TYPE=acoustic
density=<density> sound_velocity=<sound_velocity>
ID=<id> TYPE=structural
elastic_modulus=<elastic_modulus> poisson_ratio=<poisson_ratio> density=<density>
```

音響構造強連成機能の仕様概要 出力

- ソルバーからの生の計算結果
 - 音響: 音響速度ポテンシャル
 - 構造: 変位 (どちらも複素数)
- 可視化ファイル
 - 音響要素: 従来通り
 - 構造要素: 変位や応力など

音響構造強連成機能 将来の拡張予定

- シェル要素への対応
 - 振動板などを効率的にモデル化
- 境界条件の拡充
 - 速度振幅など



音響構造強連成機能の検証

【目的】

- 音響・構造強連成計算機能の検証を行う。

【検証方法】

- 空気・固体・空気の3層モデルにおいて、音速が空気と同じとなるように物性値を設定し、音響速度ポテンシャルがすべて空気の場合の解析結果と一致するか確認する。

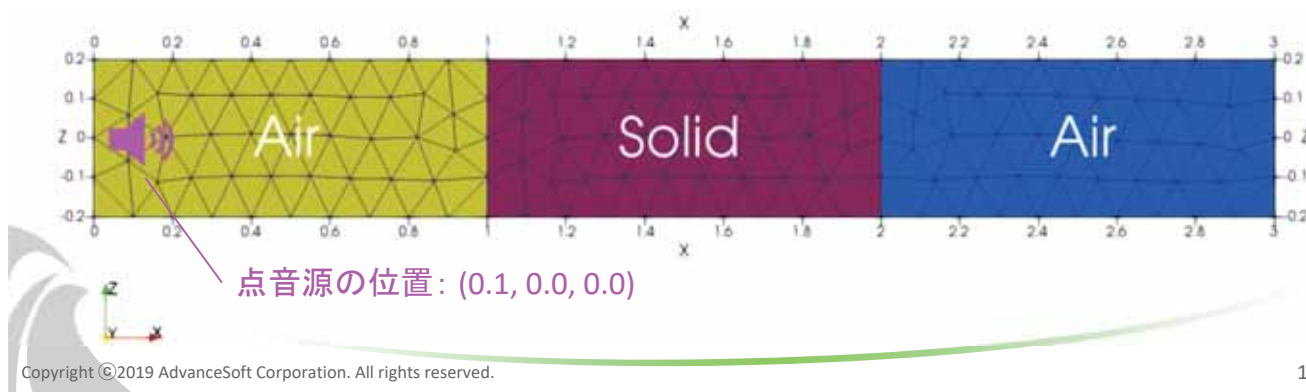


固体の音速が空気と同じならば
両者の結果は等しくなる。
固体の音速: $\sqrt{E/\rho}$
(ポアソン比が0のとき)
 E : ヤング率 (Pa)、 ρ : 固体密度 (kg/m^3)



音響構造強連成機能の検証 検証モデル

No.	項目	空気(左)	固体	空気(右)	単位
1.	X方向の寸法	1.0	1.0	1.0	m
2.	Y方向の寸法				m
3.	Z方向の寸法				m
4.	メッシュ寸法				m



11

音響構造強連成機能の検証 検証条件

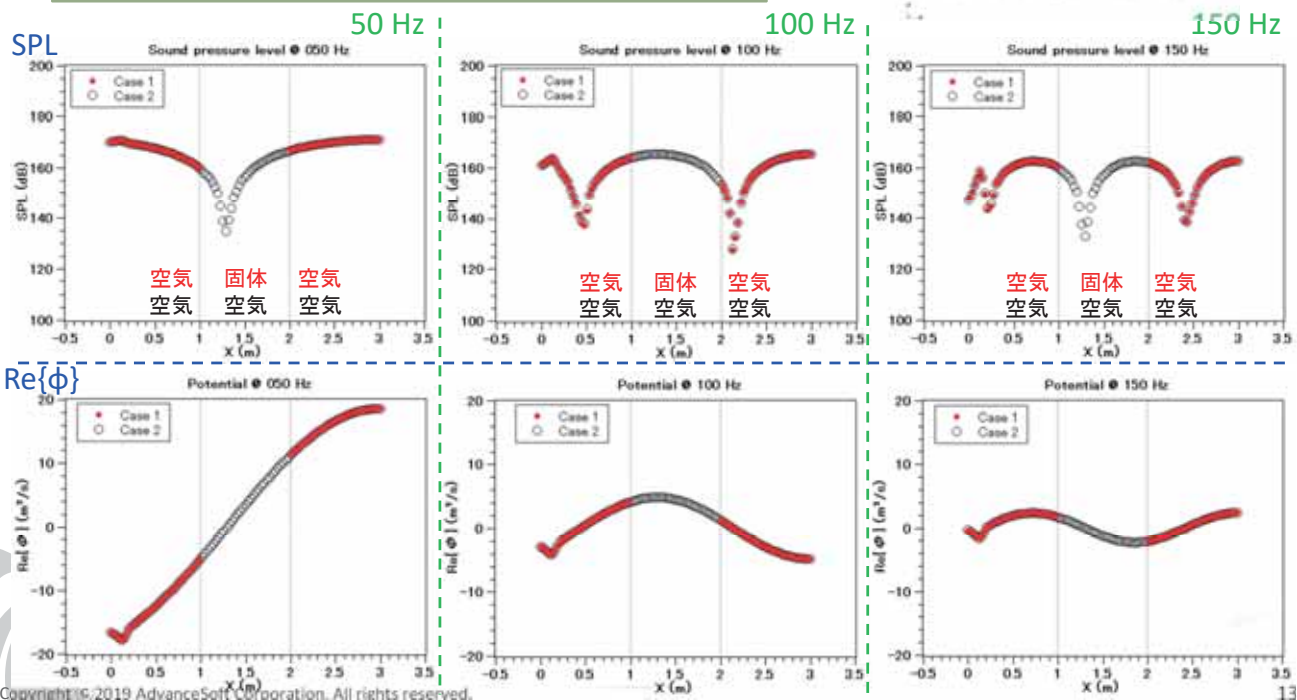
No.	項目	Case 1	Case 2	単位
1.	材料の組み合わせ	空気—固体—空気	空気—空気—空気	—
2.	音速	340		m/s
3.	密度	1.228476		kg/m ³
4.	ヤング率(固体)	0.142	—	MPa
5.	ポアソン比(固体)	0.0	—	—
6.	音源(点音源)	入力: 1.0 + i0.0 位置: (0.1, 0.0, 0.0)		m ³ /s m
7.	境界条件	—		—

12

音響構造強連成機能の検証 音圧レベル (SPL)と音響速度ポテンシャル

異なる周波数で空気部分の結果がそれぞれ一致

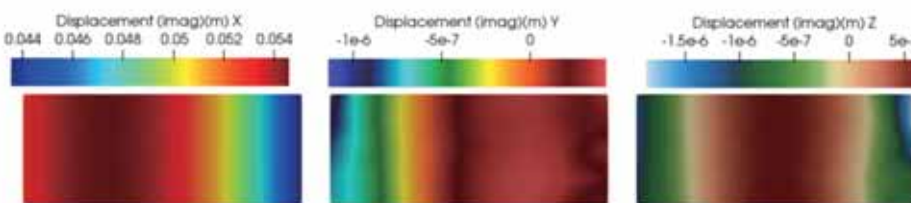
中心の値



音響構造強連成機能の検証 コンター図による確認 (50Hz)

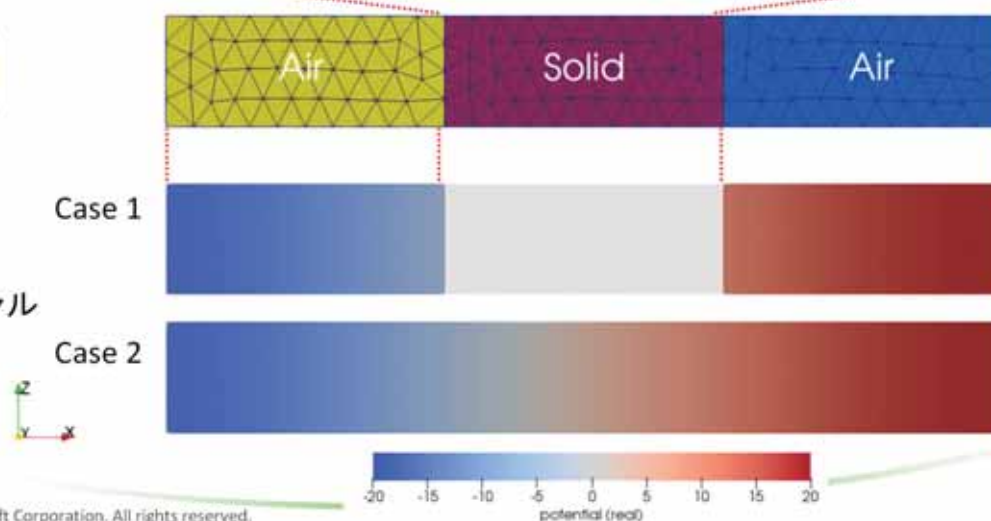
【検証結果】

変位の虚数成分



050 Hz

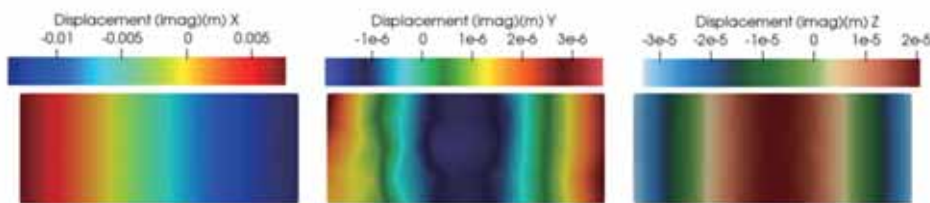
音響速度
ポテンシャル



音響構造強連成機能の検証 コンター図による確認(100Hz)

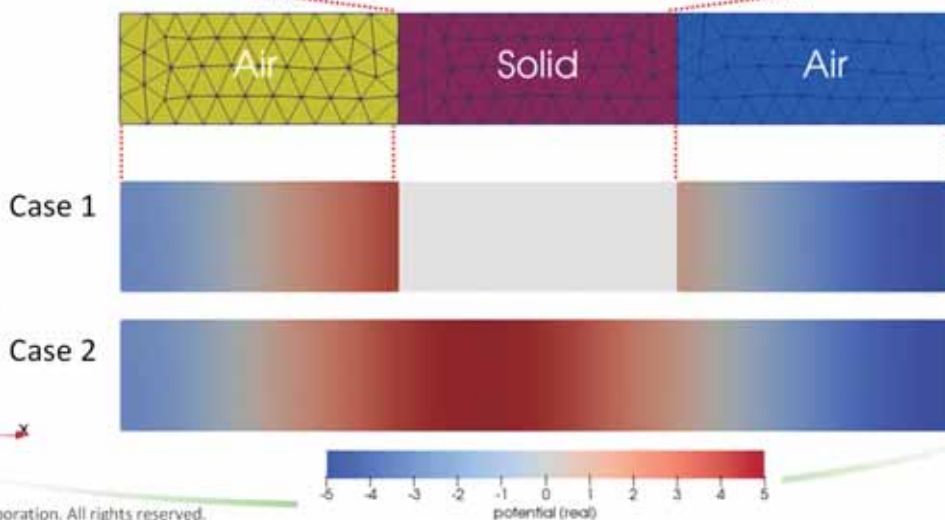
【検証結果】

変位の虚数成分



100 Hz

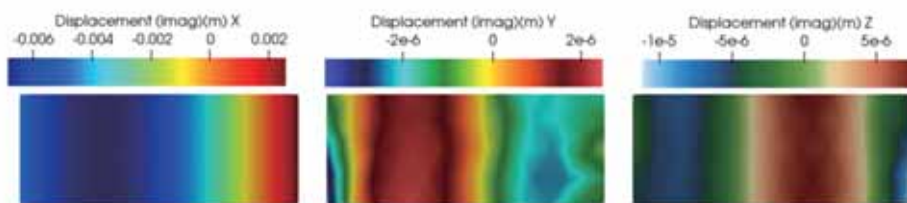
音響速度
ポテンシャル



音響構造強連成機能の検証 コンター図による確認(150Hz)

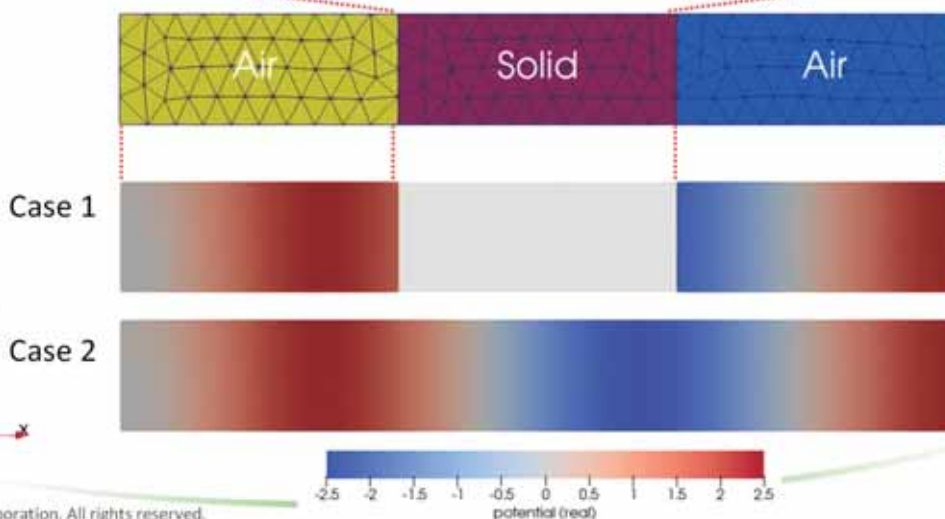
【検証結果】

変位の虚数成分



150 Hz

音響速度
ポテンシャル



音響構造強連成機能の検証 まとめ

- 音響構造強連成機能の検証を行った。
- 空気—固体—空気の3層構造のモデルにおいて、固体の音速が空気と同じとなるようにパラメータを設定し、解析結果が3層ともすべて空気のモデルと同等であるか検証した。
- 左右2層の空気部分の音響速度ポテンシャルと音圧レベルは2つのモデルで一致し、左側の音圧が構造の振動を通じて、正しく右側の空気に伝播していることを確認した。



解析事例 概要

- 空気—固体—空気の3層モデルに対して音響構造強連成解析を行った
- 点音源を一方の空気の領域(左側)に配置した
- すべての境界が全反射のモデル (A)と空気の両端面のみ吸収境界としたモデル (B) について解析を行った
- モデル (A)では左右の空気領域の周波数特性を確認した
- モデル (B)では固体壁面の音圧レベル差から固体の透過損失を算出し、単層壁の質量則から求めた透過損失の値と比較した



解析事例 解析モデル

No.	項目	空気(左)	固体	空気(右)	単位
1.	X方向の寸法	1.8	0.2	1.8	m
2.	Y方向の寸法		0.08		m
3.	Z方向の寸法		0.2		m
4.	メッシュ寸法	0.1	0.02	0.1	m

メッシュ

節点数: 987

要素数: 3,397

計算

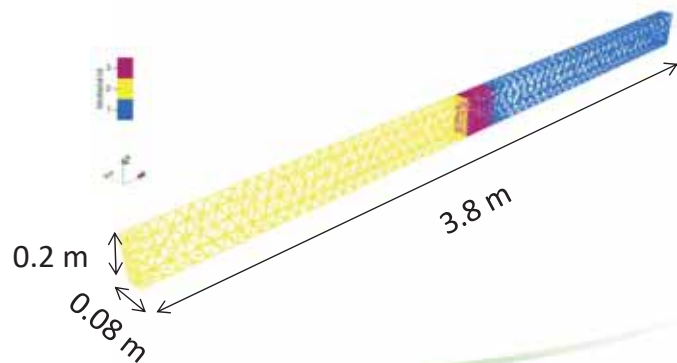
音響節点: 762

音響要素: 2,377

構造節点: 1,745 (中間節点: 1,470)

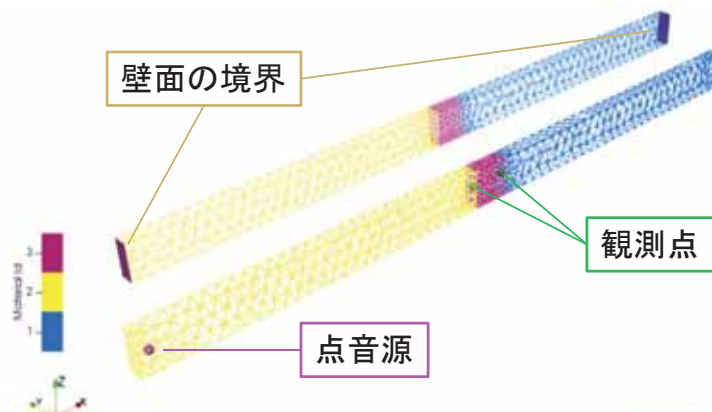
構造要素: 1,020

連成面: 56



解析事例 解析条件: 音源、境界条件、観測点

No.	項目	モデル A	モデル B
1.	X方向の両壁面	完全反射	完全吸収 (ρc 境界)
2.	点音源	(0.064692, -0.00549, -0.01354)	
3.	壁面観測点	左側: (1.8, -2.950×10^{-3} , 0.0) 右側: (2.0, -2.344×10^{-3} , -4.0×10^{-5})	



解析事例

解析条件:物性

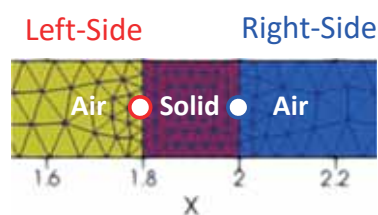
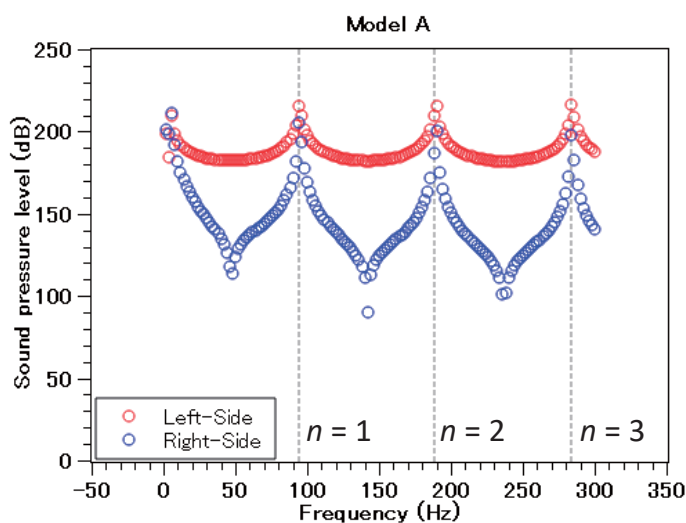
No.	項目	空気(左)	固体	空気(右)	単位
1.	材料番号	2	3	1	—
2.	音速	340.0	(1414.2) [※]	340.0	m/s
3.	密度	1.228	500.0	1.228	kg/m ³
4.	ヤング率	—	1.0	—	GPa
5.	ポアソン比	—	0.0	—	—

※参考値として示した。計算では不要。



解析事例

モデルA:周波数特性



n	f _n (Hz)	λ (m)
1	94.44	3.6
2	188.89	1.8
3	283.33	0.9

共振周波数(閉管)

$$f_n = \frac{nc}{2L} \text{ (Hz)}$$

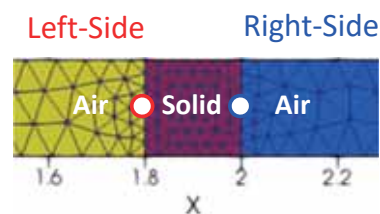
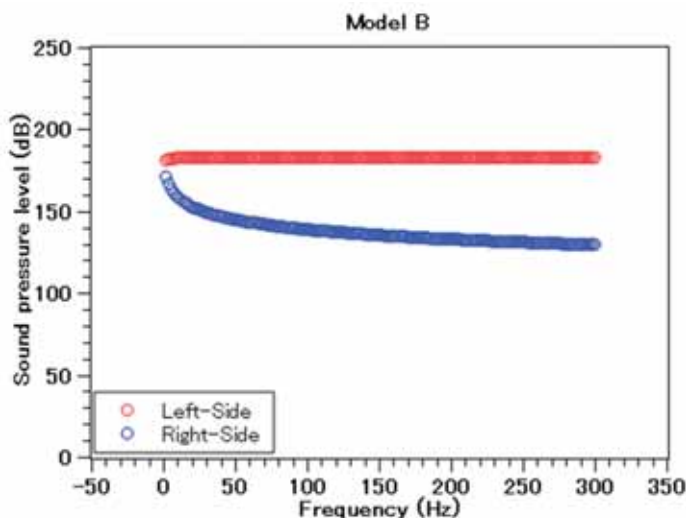
$$L = 1.8 \text{ (m)}$$

$$c = 340 \text{ (m/s)}$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

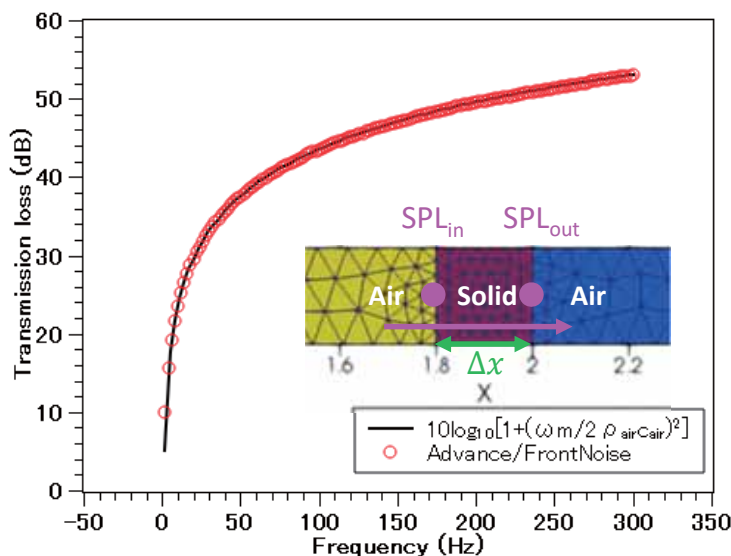
- 左右の空気はそれぞれ閉管 (1.8 m)の固有モードで共鳴
→管の端と固体の反射で共鳴
- n=k と n=k+1の共鳴周波数の中央に反共鳴が確認できた
→右側では、透過波と右側の端からの反射波が弱めあう

解析事例 モデルB: 周波数特性



両端がpc境界のため共鳴なし

解析事例 透過損失の評価: モデルB



Advance/FrontNoise

$$TL = SPL_{in} - SPL_{out} \quad (\text{dB})$$

単層壁の質量則[1]

$$TL = 10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{\omega m}{2 \rho_{air} c_{air}} \right)^2 \right] \quad (\text{dB})$$

$$m = \rho_{solid} \Delta x \quad (\text{kg/m}^2)$$

$$\omega = 2\pi f \quad (\text{s}^{-1})$$

$$\rho_{air} = 1.228 \text{ kg/m}^3$$

$$c_{air} = 340.0 \text{ m/s}$$

$$\rho_{solid} = 500.0 \text{ kg/m}^3$$

$$\Delta x = 0.2 \text{ m}$$

計算による透過損失は、単層壁の質量則[1]と一致

[1] 例えば Beranek LL, Ver IL. *Noise and vibration control engineering*. New York: Wiley, 1992. p.429, eq. 11.83c.

解析事例 まとめ

- 空気—固体—空気の3層モデルについて音響構造強連成解析を行った
- 音源は点音源を使用した
- モデルAでは、左右の空気領域において、解析結果から得られた共鳴周波数と閉管における共鳴周波数が一致した
- 右側の空気領域では、左側からの透過波と右側の端からの反射波が弱めあうことによって生じる反共鳴が再現された
- モデルBでは、解析結果から算出した固体の透過損失と単層壁の質量則から算出した固体の透過損失はほぼ一致した



音響解析についての ライトニングトーク1 境界条件と重ね合わせについて

技術第2部 徳永 健一

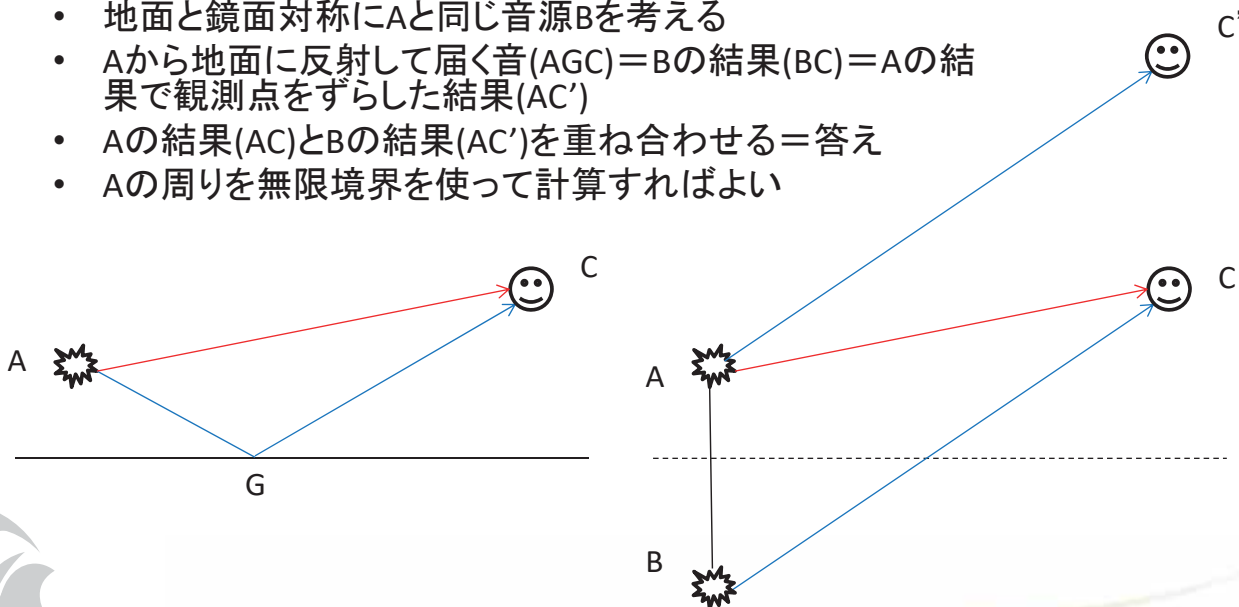
音響解析ソフトウェアAdvance/FrontNoiseVer6.0 ご紹介セミナー
2019年07月9日（火）
アドバンスソフト株式会社

【L1-1】地面の境界条件

- 環境騒音等の解析では、地面を解析領域に含める必要があり注意が必要である。
- すなわち、有限要素法では音の伝播に対する障害物を解析領域に含まなければならないため、すべての地面を含む解析領域を設定して、解析を行うことが妥当である。
- しかし、下記の場合は音源を含む解析領域を設定するのみでいい。
 - 地面が「たいら」で、完全反射
 - 空気中の温度変化や流速が無い。

鏡面の結果を利用する方法

- 音源Aから直接届く音(AC)と地面に反射して届く音(AGC)に分けてその和をとる
- 地面と鏡面对称にAと同じ音源Bを考える
- Aから地面に反射して届く音(AGC)=Bの結果(BC)=Aの結果で観測点をずらした結果(AC')
- Aの結果(AC)とBの結果(AC')を重ね合わせる=答え
- Aの周りを無限境界を使って計算すればよい



Copyright ©2019 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

3

解析領域と解析結果

- 地面の反射を重ね合わせで求める。
- 処理時間を大幅に短縮できる。

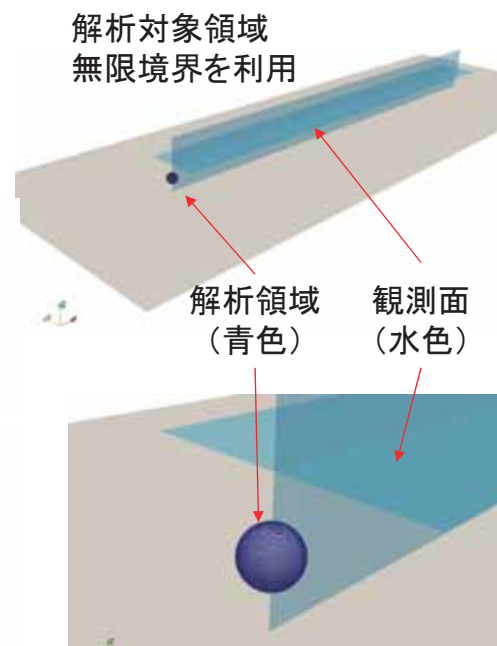


Sound Pressure Level (dB)
50 60 70 80 90 100



Sound Pressure Level (dB)
50 60 70 80 90 100

音圧レベルの解析結果
(上:鉛直断面、下:水平断面)

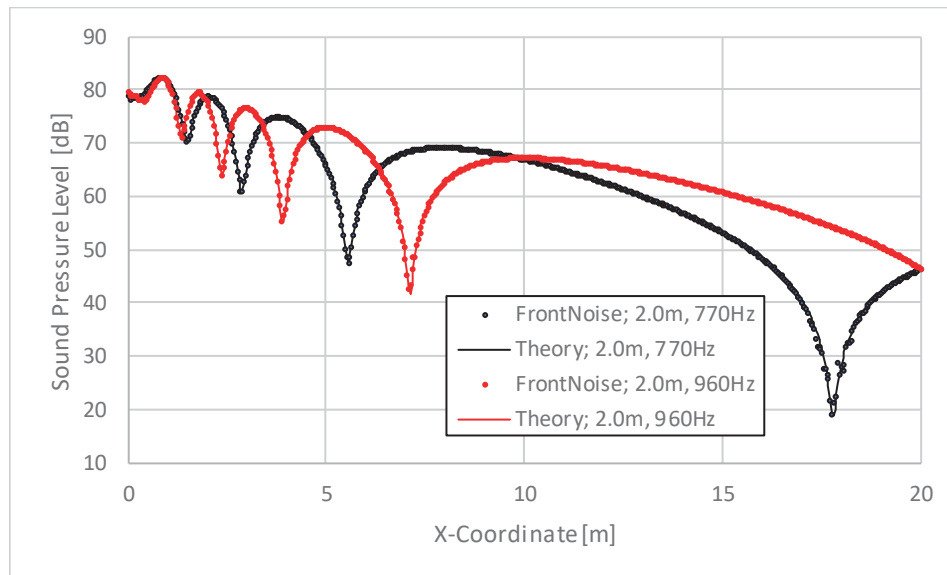


拡大図

Copyright ©2019 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

4

解析結果と解析解の比較



【L1-2】音源に入射した音の行方

- ここでは $f(x)$ で与える点音源から発生する音が、境界条件 $\varphi=C$ の面でどのように反射するかを検討する。

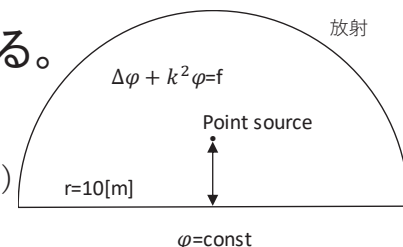
$$\Delta\varphi + k^2\varphi = f(x), \quad \varphi = C \text{ (底面)}$$

- $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$ となる下記の2つに分離する。

$$\Delta\varphi_1 + k^2\varphi_1 = 0, \quad \varphi_1 = C \text{ (底面)}$$

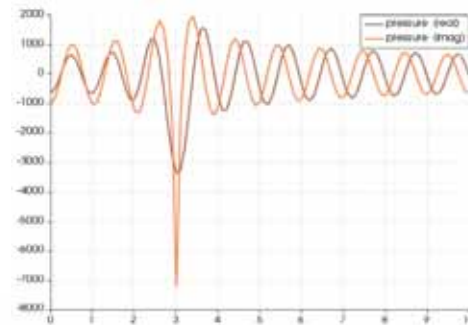
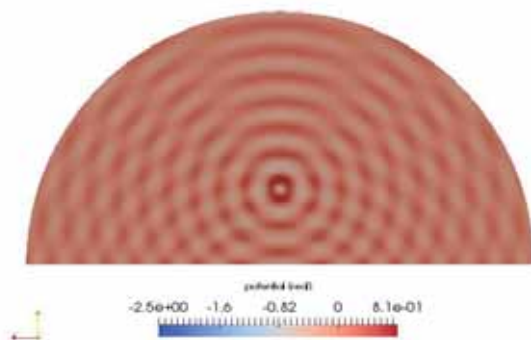
$$\Delta\varphi_2 + k^2\varphi_2 = f(x), \quad \varphi_2 = 0 \text{ (底面)}$$

- φ_1 は底面を音源とする平面波である。
- φ_2 は底面の音圧を0にした解であり、点音源 $f(x)$ が底面でどのような挙動を示すかが課題である。 φ_2 をシミュレーションで求める。



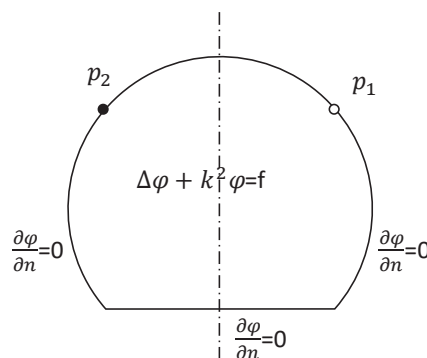
音源となる面に入射した音

- 下記の図が φ_2 の解析結果である。
- $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$ なので、求める φ は平面波と下記に示す解の重ね合わせである。
- 音源となる面に入射した音は、その面で反射する。

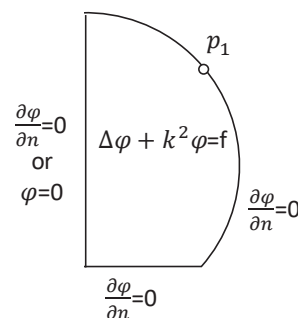


【L1-3】境界条件の考察

- 【A】1/1モデルに p_1 と p_2 に同じ音源(強さと位相)がある解は、1/2モデルで中央壁の境界条件を反射にした解と同じ。
- 【B】1/1モデルに p_1 と p_2 に同じ強さで逆位相の音源がある解は、1/2モデルで中央壁の境界条件を音圧0にした解と同じ。



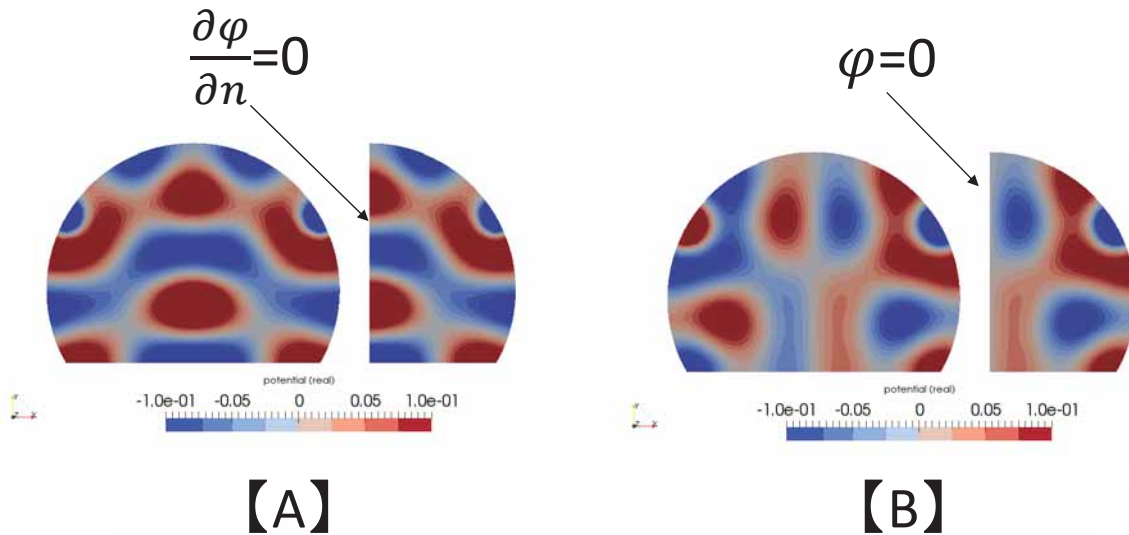
1/1 model



1/2 model

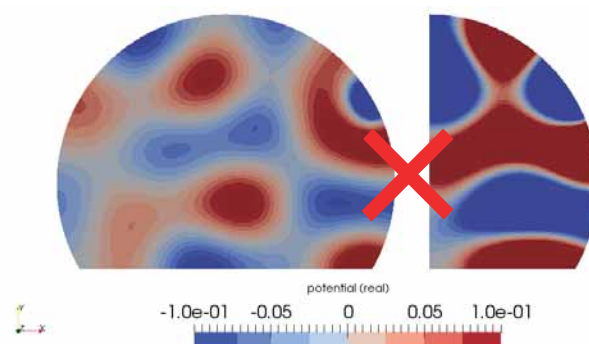
結果の比較

- 1/1モデルと1/2モデルの解を比較したところ、両者は一致していた。



境界条件の考察(課題)

- 【C】では、【A】と【B】を加えたケースを検討する。すなわち、P1に音源を与えP2の音源を0にした場合には、1/2モデルで中央壁の境界条件はどのように与えればいいか？
- →境界条件の異なる解を重ね合わせるわけにはいかない。したがって、【A】と【B】を加えることはナンセンス。



まとめ

- 重ね合わせで解析できる場合には、結果を重ね合わせるツールもありますので、ご利用ください。
- ただし、安易に重ね合わせできないケースもあり、慎重に検討する必要があります。
- 境界条件も同じでないと重ね合わせはできない。
- 振動する面は、入射した音に対して完全反射する。



音響解析についての ライトニングトーク 2 共鳴と反共鳴

技術第2部 尾川 慎介

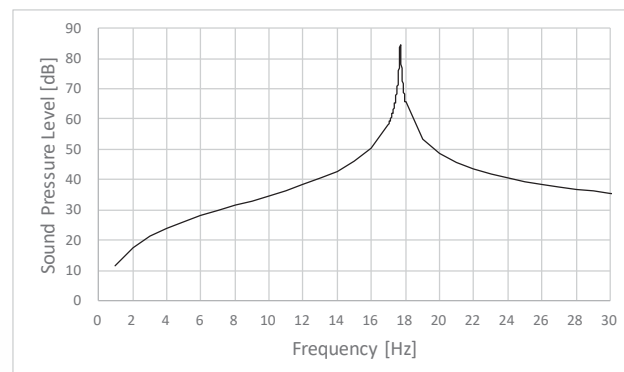
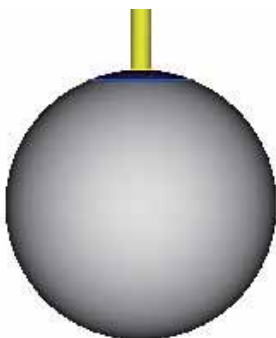
音響解析ソフトウェアAdvance/FrontNoiseVer6.0 ご紹介セミナー
2019年07月9日 (火)
アドバンスソフト株式会社

【L2-1】ヘルムホルツの共鳴

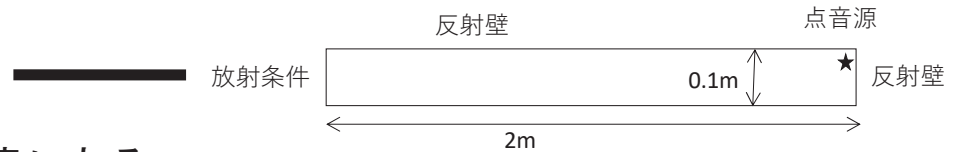
- 共鳴の代表的な例としてヘルムホルツ共鳴があり、簡単に計算することができる。
- 球: 半径0.25m
- 首: 半径0.02m, 高さ0.12m

$$f = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{V(L + \Delta L)}} = 17.89 \text{ [Hz]}$$

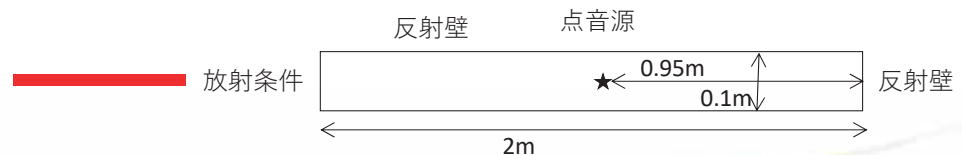
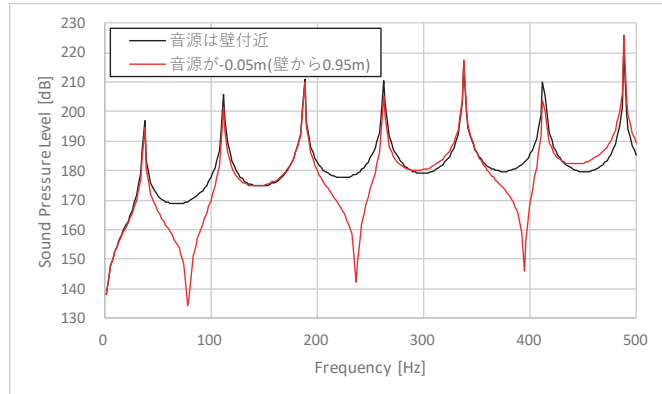
$$\Delta L = 1.5r$$



【L2-2】単管の共鳴・反共鳴

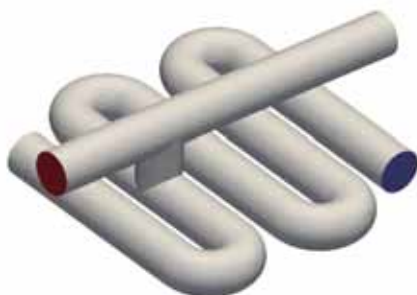


- 共鳴は教科書にあるモードである。
- 反共鳴は、音源から右にある反射壁からの反射波が、音源と逆位相になることで発生する。
- 共鳴のモードと反共鳴のモードは無関係である。

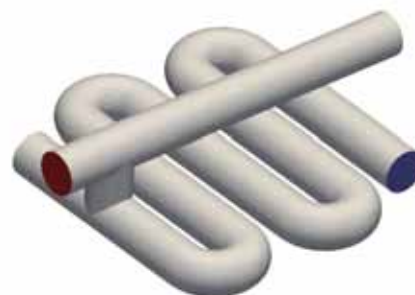


【L2-3】少し複雑な形状での反共鳴

- 直径0.1mのパイプ、下段直線部0.5m、上段直線部0.9m
- 曲線部の中心線は直径0.15mの半円
- 青：音圧固定、赤：放射条件、その他：完全反射
- ～500Hzまでの解析



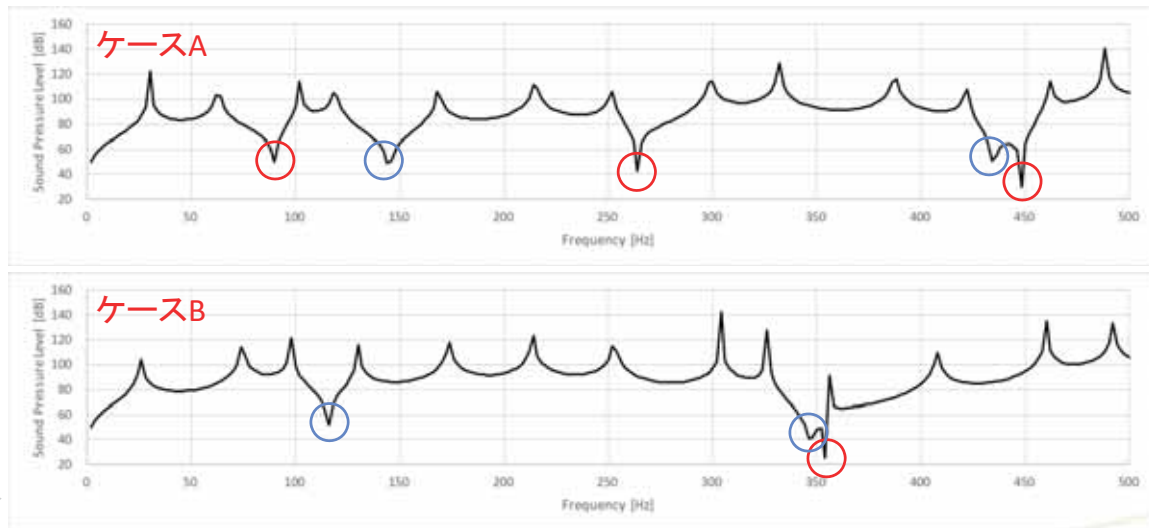
ケースA



ケースB

少し複雑な反共鳴の解析結果

- ここでは、反共鳴点に着目する。
- どこの形状が原因なのか？→コンター図でわかる

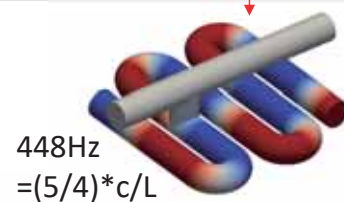
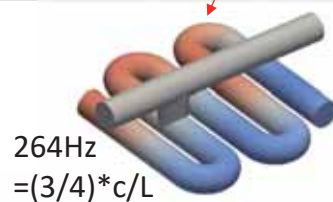
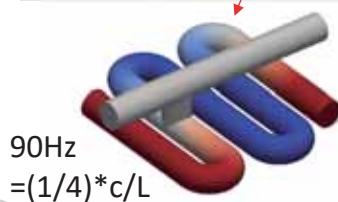
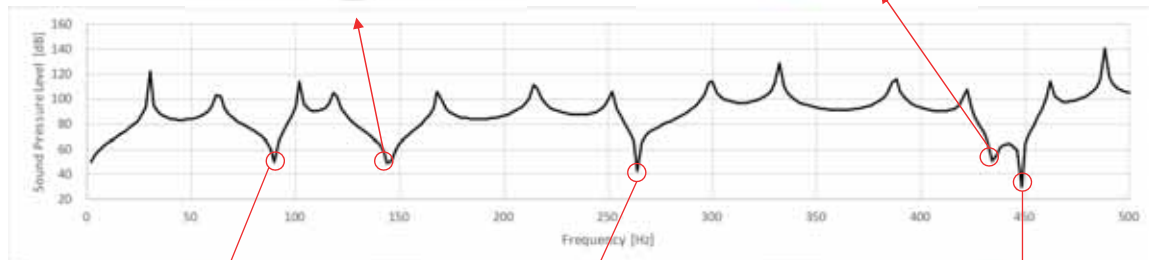
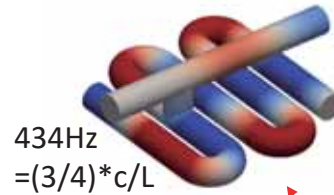
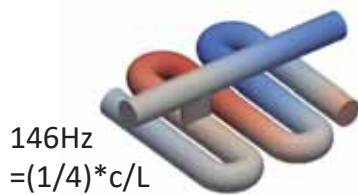


Copyright ©2019 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

5

ケースAの反共鳴

上の管の分岐より右側で反共鳴 ($L=0.6m$, $c=343.34m/s$)



下の管の分岐より手前側で反共鳴 ($L \sim 1.04m$, $c=343.34m/s$)

Copyright ©2019 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

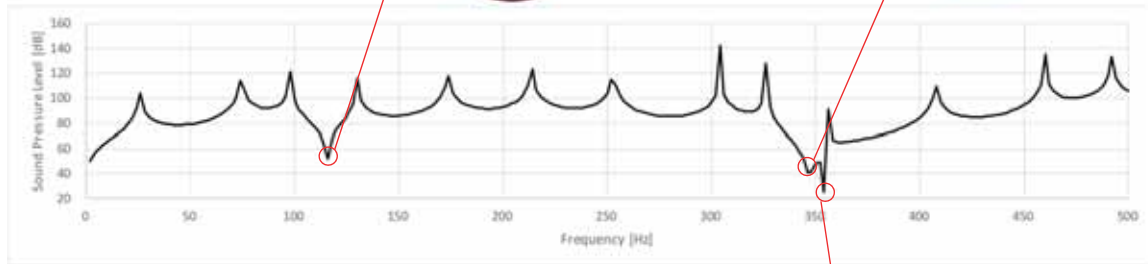
6

ケースBの反共鳴

上の管の分岐より
右側で反共鳴
($L=0.8\text{m}$, $c=343.34\text{m/s}$)

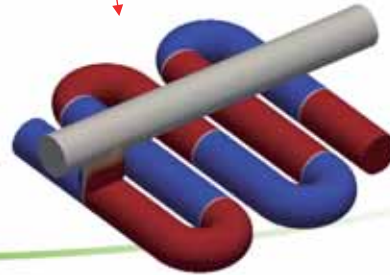
116Hz
 $= (1/4) * c/L$

346Hz
 $= (3/4) * c/L$



下の管の分岐より
手前側で反共鳴
($L \sim 0.25\text{m}$, $c=343.34\text{m/s}$)

354Hz
 $= (1/4) * c/L$



まとめ

- 音響ソフトでは共鳴・反共鳴を明確にとらえることができる。
- Advance/FrontNoise等の有限要素法ソフトウェアでは、該当する周波数の音圧および音圧レベルのコンター図を検討することで、共鳴および半共鳴の要因をつきとめ、対策を検討することができる。
- 本ケースの解析では、壁を完全反射で実施したため、理論と比較し易くなっている。実験と比較する場合には、吸収を持った壁の境界条件に注意する必要がある。

汎用プリプロセッサ Advance/REVOCAPのご紹介

技術第2部 徳永健一

音響解析ソフトウェアAdvance/FrontNoiseVer6.0 ご紹介セミナー
2019年07月9日（火）
アドバンスソフト株式会社



Copyright ©2019 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

1

Advance/REVOCAP とは

有限要素法、有限体積法を用いた解析ソフトウェアのための汎用プリポストプロセッサです。

特に当社の解析ソフトウェアについて、専用の入力GUIを備え、解析者の手間を削減することができます。

- Advance/FrontFlow/red
- Advance/FrontSTR
- Advance/FrontFlow/MP
- Advance/FrontFlow/FOCUS
- Advance/FrontNoise

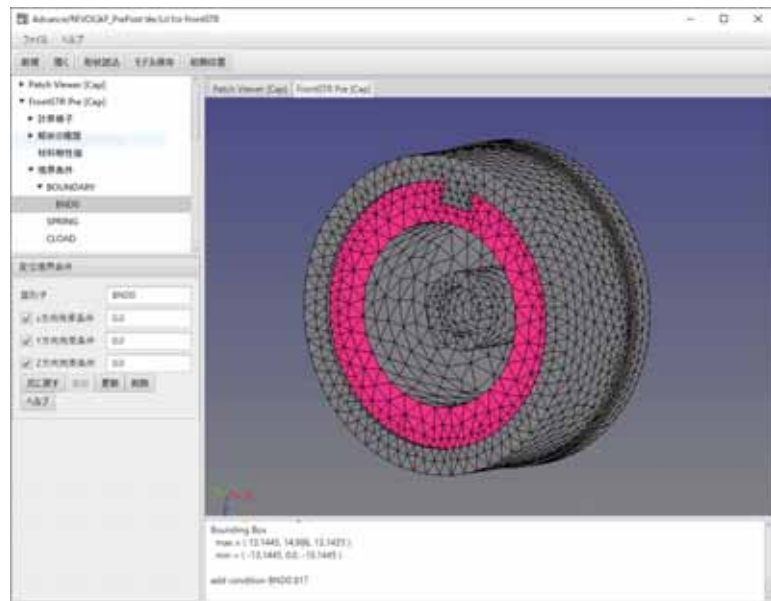
に対応しています。



Copyright ©2019 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

基本機能

- メッシュ生成機能
- 境界条件設定機能
- 材料物性値編集機能
- 解析条件設定機能
- 結果可視化機能



Copyright ©2019 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

開発経緯

- 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」プロジェクトで連成解析用のプリポストプロセッサ REVOCAP_Visual を開発(2005～2007)
- 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」でアセンブリ構造対応プリポストプロセッサ REVOCAP_PrePost を開発(2008～2011)
- アドバンスソフト社が機能を拡張し Advance/REVOCAP として商品化(2009～)

Copyright ©2019 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

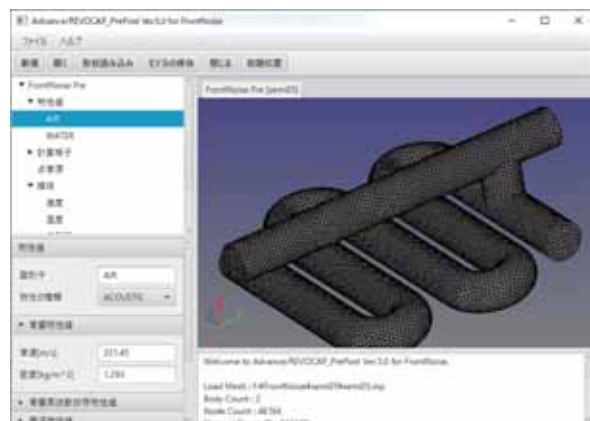
Ver.5.0 の特徴

- 近日リリース : Advance/FrontSTR Ver.6.0 対応版
- 2019年秋リリース予定 : Advance/FrontNoise Ver.6.0 対応版
- GUIの基本ライブラリを変更
- 設計を基本から見直し
- 使い勝手やデザインはVer.4のものを踏襲
- 入出カルーチンを高速化
- マルチプラットフォーム (Windows、Linux、Mac)



Ver.5.0 Advance/FrontNoise版の特徴

- 時間領域ソルバーの入力データ作成
- Nastran Bulk Data Format 入力に対応
- 構造音響強連成対応
- 境界条件、媒質の周波数依存条件をグラフで確認

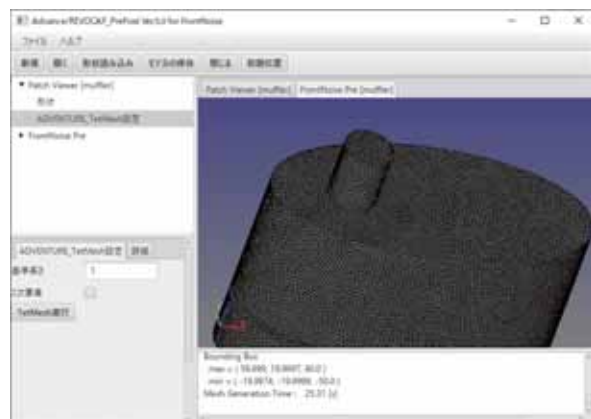


全体の操作手順

入力	出力	データフロー	ユーザーが行う作業	備考
CADデータ		形状	形状データの読み込み	REVOCAPには形状作成機能はありません
		メッシュ	メッシュ生成	
メッシュデータ		メッシュ	メッシュ読み込み	既存のメッシュデータを変換して利用する場合
		FEMモデル	材料物性値設定	
		↓	境界条件設定	
		↓	音源設定	
		↓	解析条件設定	
	FEMモデル	↓	モデル出力	
		↓	解析の実行	Advance/FrontNoiseの実行
解析結果データ		解析結果	結果ファイルの読み込み	
		↓	結果の可視化	

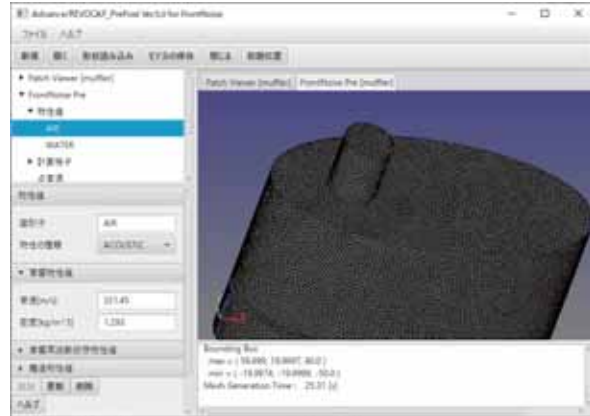
メッシュ生成

- 四面体要素自動生成
- 粗密制御可能
- エンジン
 - ADVENTURE_TetMesh
 - Simmetrix
- Windows10 64bit のデスクトップ PC (Core i5 2.8GHz、メモリ32GB) でのパフォーマンス(例)
 - 15万要素 / 17[s]
 - 30万要素 / 27[s]
 - 70万要素 / 53[s]
 - 230万要素 / 139[s]
 - 550万要素 / 300[s]



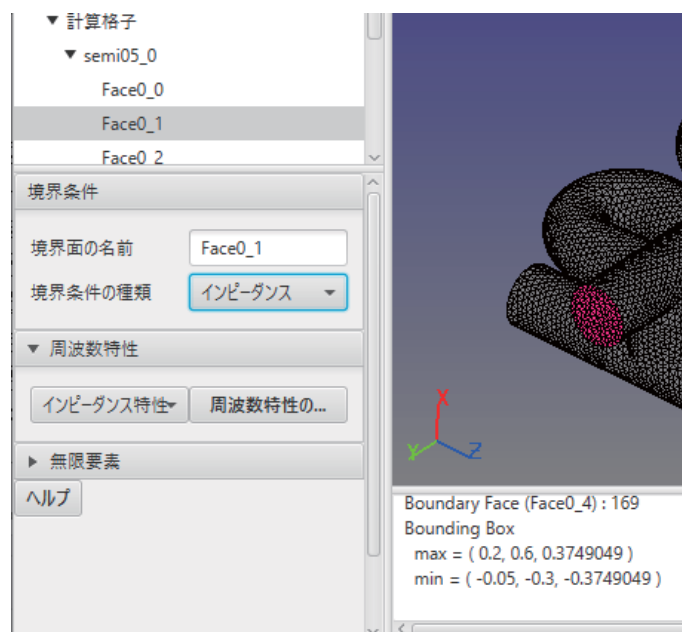
材料物性値設定

- 音響媒体物性値
 - 音速
 - 密度
- 構造物物性値(構造音響強連成)
 - ヤング率
 - ポアソン比
- 周波数依存の音響媒体物性値も設定可能
- 標準的な空気と水の値は最初から与えられている



境界条件設定

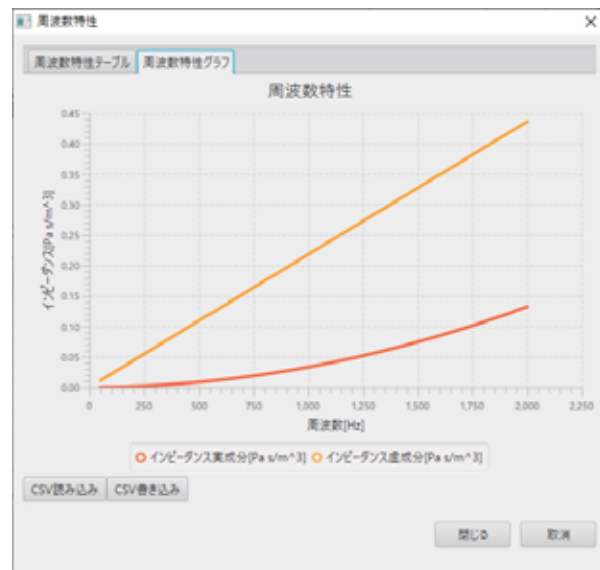
- 音圧
- 変位
- 速度
- 加速度
- インピーダンス
 - 周波数特性を編集
- 完全反射
- 完全吸収
 - 設定のみ
- 無限要素
 - 球の中心と半径



周波数特性編集

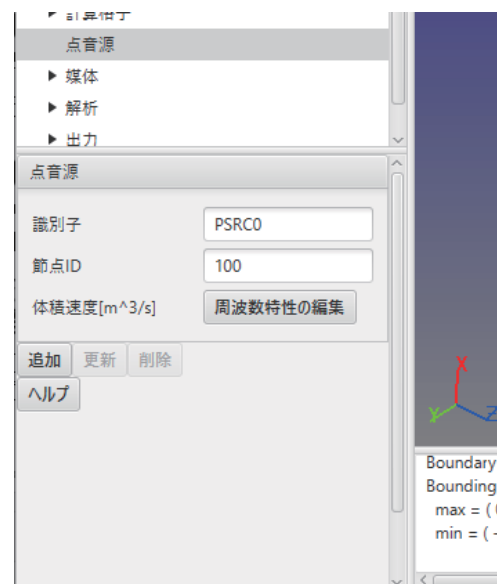
- テーブルで数値入力
- グラフで確認
- CSVファイルの入出力

周波数[Hz]	インピーダンス実成分 [Pa s/m ³]	インピーダンス虚成分 [Pa s/m ³]
50.0	6.25E-3	0.0108
75.0	1.86E-4	0.0194
100.0	3.3E-4	0.0218
125.0	5.16E-4	0.0270
150.0	7.42E-4	0.0327
175.0	0.00101	0.0382
200.0	0.00132	0.0438
225.0	0.00167	0.0491
250.0	0.00206	0.0549
275.0	0.0025	0.06
300.0	0.00297	0.0654
325.0	0.00349	0.0708
350.0	0.00404	0.0763
375.0	0.00464	0.0818
400.0	0.00528	0.0872
425.0	0.00596	0.0927



音源

- 点音源
 - 節点番号の検索
 - 周波数特性の編集
- 面音源
 - 境界条件として与える
- 二重極音源、四重極音源
 - 連成解析連携機能で与える (プリポストでは対応しない)



媒体

- 速度
 - 速度なし
 - 一定速度
 - 速度場
- 温度
 - 標準温度との比
 - 温度場
- 多孔質
 - 複素音速
 - 実行密度



解析周波数範囲

- 開始周波数
- 終了周波数
- 周波数間隔



線形ソルバー

- 解法
 - 反復法
 - 直接法
- 前処理
- 最大反復回数
- 収束判定値
- GMRESリスタート数

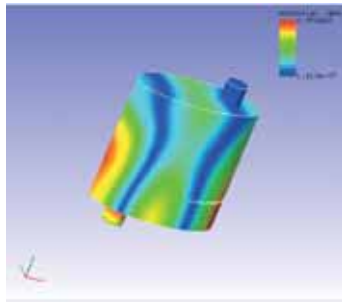
10万要素以下であれば
直接法がおすすめ

出力点

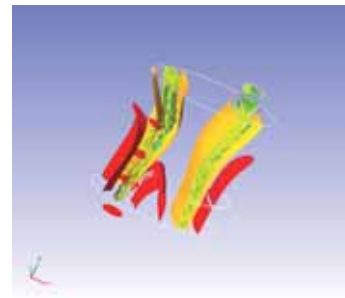
解析結果から周波数特性
を求めるための、後処理
で抽出する点の座標を与
えます。

可視化

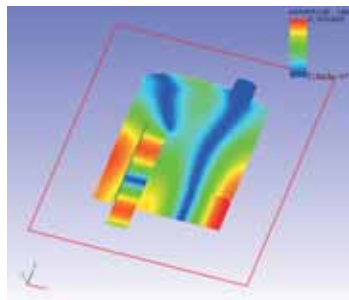
コンター図



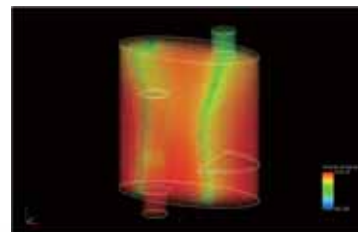
等値面図



断面図



PBVR

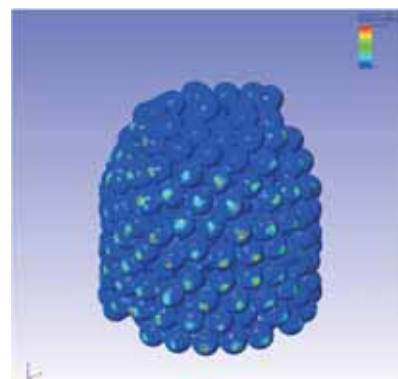


ご参考 : Advance/REVOCAPの派生ツール

• 微細構造モデリングツール

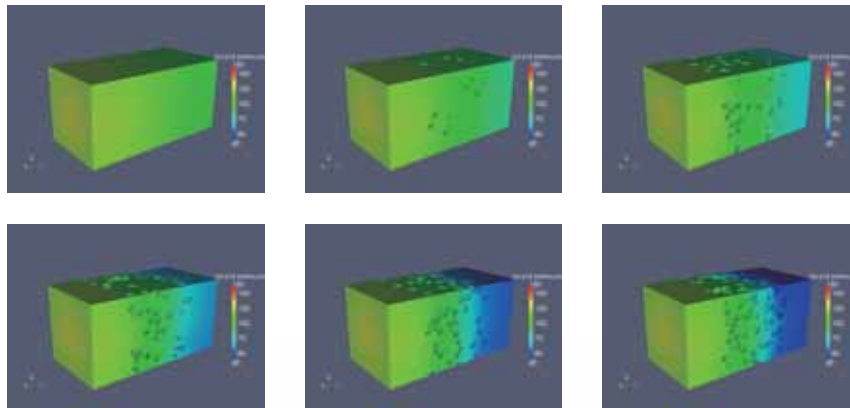
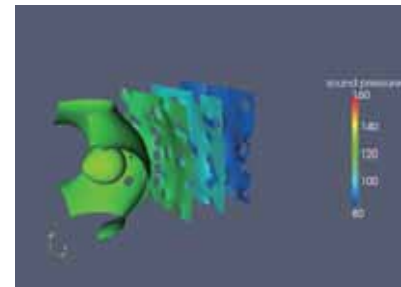
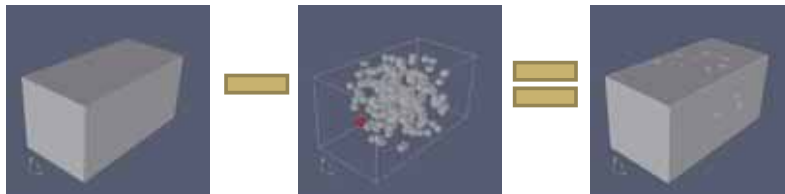
Advance/REVOCAP_PorousModeler

- 多孔質体、繊維、粉体などの構造をマクロな物性で近似せずに、そのままの構造でFEMなどで解析するためのメッシュを作成します。
- 複雑形状の内部への粉体充填構造のメッシュ作成も可能です。



PorousModelerを用いた音響解析の例

空間領域から微小球体を除いた領域での音響解析
微小球体の手前(赤い点の位置)に点音源を置いた



価格および関連サービスのご紹介

営業部 佐藤 琴美

音響解析ソフトウェアAdvance/FrontNoiseVer6.0 ご紹介セミナー
2019年07月9日（火）
アドバンスソフト株式会社

ライセンスに含まれるサービス

- ・並列数無制限（Advance/REVOCAP は除く）
- ・同時稼動可能数1
- ・最新バージョンの使用権
- ・教育機関向け（アカデミック版）はライセンス料金半額
- ・E-mailでのサポートセンターへのご質問

コースA パッケージソフトウェア説明会

- ・対象 新規導入を検討中のお客様
- ・プログラム 概要説明(基本機能・ロードマップ・価格)
適用事例紹介、質疑応答
- ・費用 無料
- ・日程 2時間×1日
- ・会場 アドバンスソフト株式会社
- ・募集要項 定員5名
(10営業日前までにお申し込みください)



動作環境

ご自身の計算機環境で利用される場合

Advance/FrontNoise

OS: RedHat Enterprise Linux 6 (64bit) 以上

Advance/REVOCAP

OS: Windows7、Windows10 (32bit、64bit)

Cube-it CFD、Cube-it FEA、Cube-it Pro

OS: Windows7、Windows10 (32bit、64bit)
RedHat Enterprise Linux(64bit)

ParaView

OS: Windows7、Windows10 (32bit、64bit)

* 上記以外の環境で御検討の場合はご相談ください。



動作環境

外部スパコンでご利用される場合

- ・FOCUSスパコン
 - * 計算科学振興財団様所有及び利用申請先
- ・地球シミュレータ(大規模共有メモリシステム UV2000)
 - * 海洋研究開発機構様所有及び利用申請先
- ・スーパーコンピュータ「京」
 - * 理化学研究所様所有、高度情報科学技術研究機構様利用申請先)

アドバンスソフトの開発・解析サービス

お客さまのご要望に応じて科学技術計算ソフトウェアの
新規開発、機能追加、受託解析等のサービスを行ないます。

例えば解析業務の場合



1. 流体・構造・ナノ関連など幅広い分野のソフトウェアを開発し、解析経験豊富な技術者がお客様のご要望をお伺い致します。

2. 最適な解析方法をご提案し、見積仕様書を作成致します。

3. 解析内容、納期、料金等、お客様のご了承が得られましたら、作業を実施致します。

4. 解析結果の可視化をはじめ、評価や考察を行ない、報告書を作成致します。



終わりに

ご清聴ありがとうございました。

アドバンスソフトは、高度な技術力、開発力、人材を武器に、最先端理論を応用した解析シミュレーションソフトウェアを開発・販売しています。受託解析、受託開発、パッケージソフトウェア、コンサルティング等多様なソリューションを通じて、お客様の問題解決に即戦力として貢献します。

お問い合わせ先:ご担当営業まで
TEL:03-6826-3971 FAX:03-5283-6580
E-mail:office@advancesoft.jp





* Advance/FrontFlow/red、Advance/FrontSTR は、東京大学生産技術研究所計算科学技術連携研究センターが実施した文部科学省 IT プログラム「戦略的基盤ソフトウェアの開発」プロジェクト、および、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」プロジェクトの成果（ソフトウェア）をアドバンスソフト株式会社が商品化したものです。アドバンスソフトはこれらのプロジェクトに参加し、ソフトウェアの開発を担当しましたが、その成果を独自に改良して商用パッケージソフトウェアとし、販売保守を行っております。

警告

このレポートに収録されている文章および内容については、ご自身のために役立てる用途に限定して無料配布しています。このレポートを、販売、オークション、その他の目的で利用するには、著作権者の許諾が必要になります。このレポートに含まれている内容を、その一部でも著作権者の許諾なしに、複製、改変、配布を行うことおよびインターネット上で提供する等により、一般へ送ることは法律によって固く禁止されています。