

構造解析ソフトウェア Advance/ FrontSTRご紹介セミナー

2016年10月13日(木)開催

プログラム

13:30~13:40 (10分)	主催者あいさつ アドバンスソフト株式会社のご紹介 研究主席 原田 昌紀
13:40~14:10 (30分)	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
14:10~14:30 (20分)	Advance/ FrontSTR の大規模解析、連成解析事例と それを実現するアドバンス/スーパーコンピューティング・サービス 研究員 尾川 慎介
14:30~15:20 (50分)	特別講演 「デジタル開発を可能にする構造音響連成解析技術」 宇宙航空研究開発機構 研究開発部門 第三研究ユニット 丸山 新一様
15:20~15:30 (10分)	休憩
15:30~15:50 (20分)	構造解析ソフトウェア Advance/ FrontSTR による周波数応答解析の事例紹介 主事研究員 清野 多美子
15:50~16:10 (20分)	構造解析ソフトウェア Advance/ FrontSTR を活用した構造音響解析事例 (船内騒音解析) 主管研究員 加藤 国男
16:10~16:30 (20分)	構造解析ソフトウェア Advance/ FrontSTR の プリポストプロセッサ Advance/ REVOCAP の紹介 主任研究員 徳永 健一
16:30~16:40 (10分)	価格および関連サービスご紹介、質疑応答 営業部 東田 想太

アドバンスソフト株式会社のご紹介

第一事業部 原田 昌紀

構造解析ソフトウェアAdvance/FrontSTRご紹介セミナー
2016年10月13日（木）
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
(英文社名 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

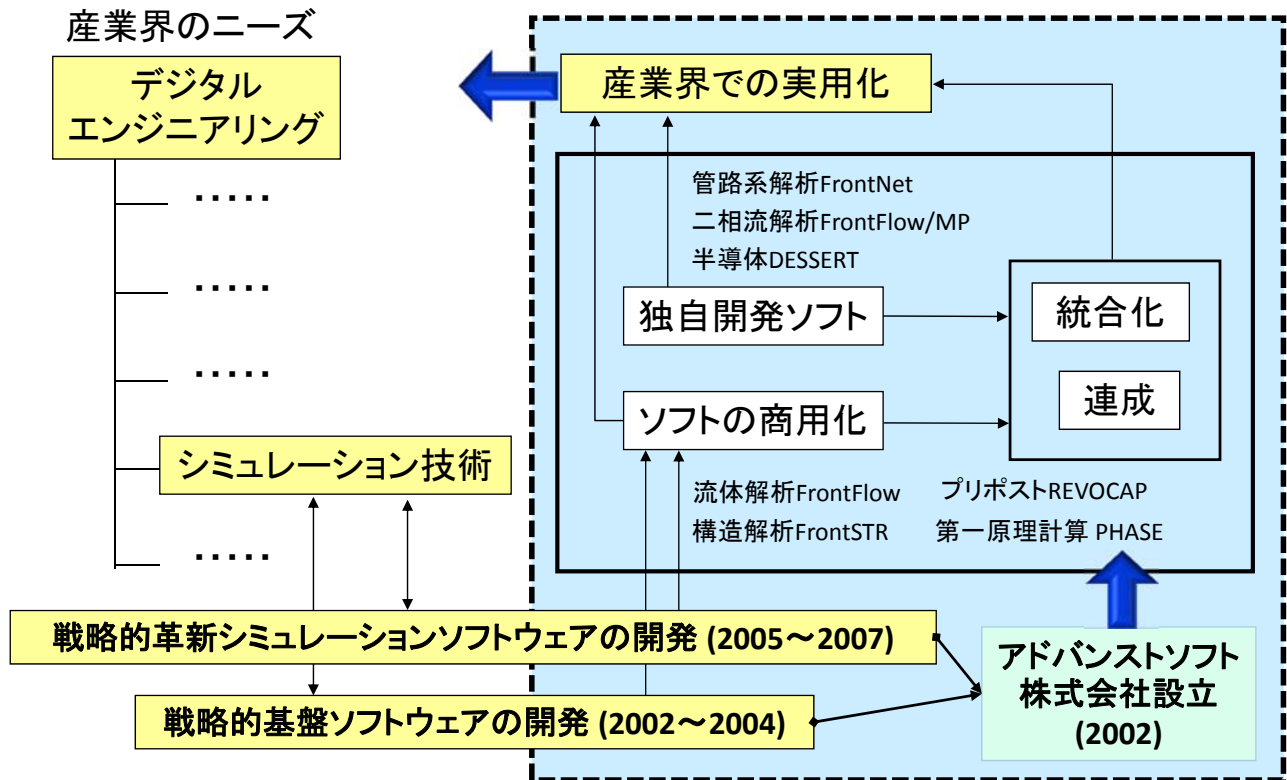
設立 2002年(平成14年)4月24日

資本金 3,724万円

社員数 88名(2016年8月1日時点)

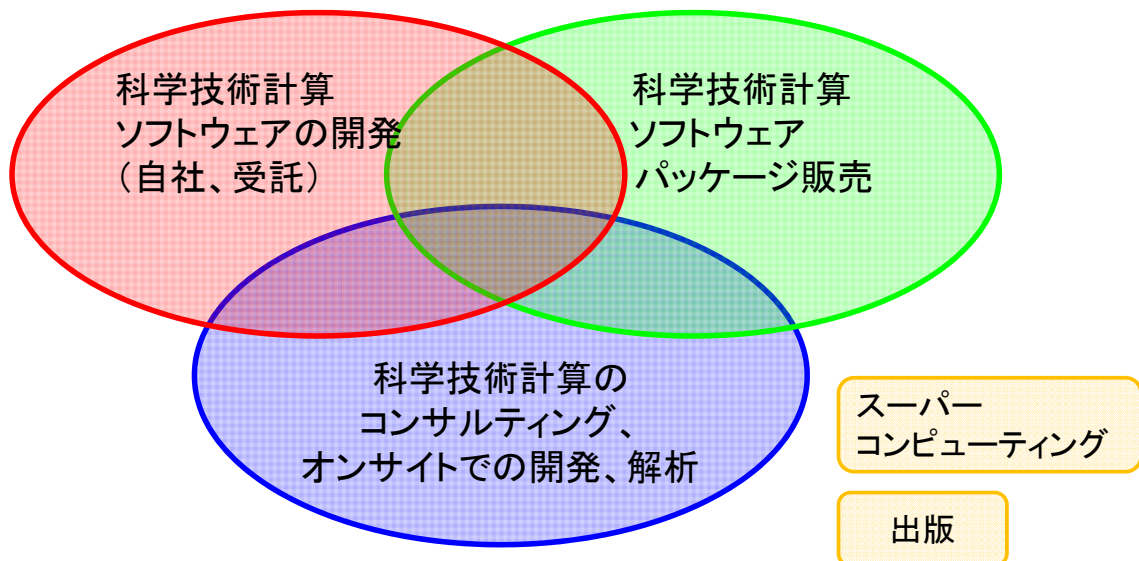
事業部	部	業務概要
第1事業部	技術第1部 事業部付	• ナノ材料の第一原理計算、量子化学計算やメソ領域の開発など
	技術第2部	• プリポスト・可視化システム・連成システム開発、構造解析エンジニアリングなど
	技術第6部	• 次世代TCADシステムの開発 • 環境関連の開発、解析業務
第2事業部	技術第4部	• 混相流に係わる次世代流体システム開発など
第3事業部	技術第3部	• 乱流、燃焼、化学反応等に係わる次世代流体システム開発など
	技術第7部	• J-PARCに係わるプロジェクトの実施等 • 発電・化学プラントやライフライン等の管路系流体解析エンジニアリング業務、次世代流体解析システム保守・販売サポート
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
—	総合企画部	• スーパーコンピューティングサービス • 防災シミュレーション • コンサルティングサービスの提供 • 解析サービスの提供
営業本部	営業部	• お客様窓口

アドバンスソフトとは



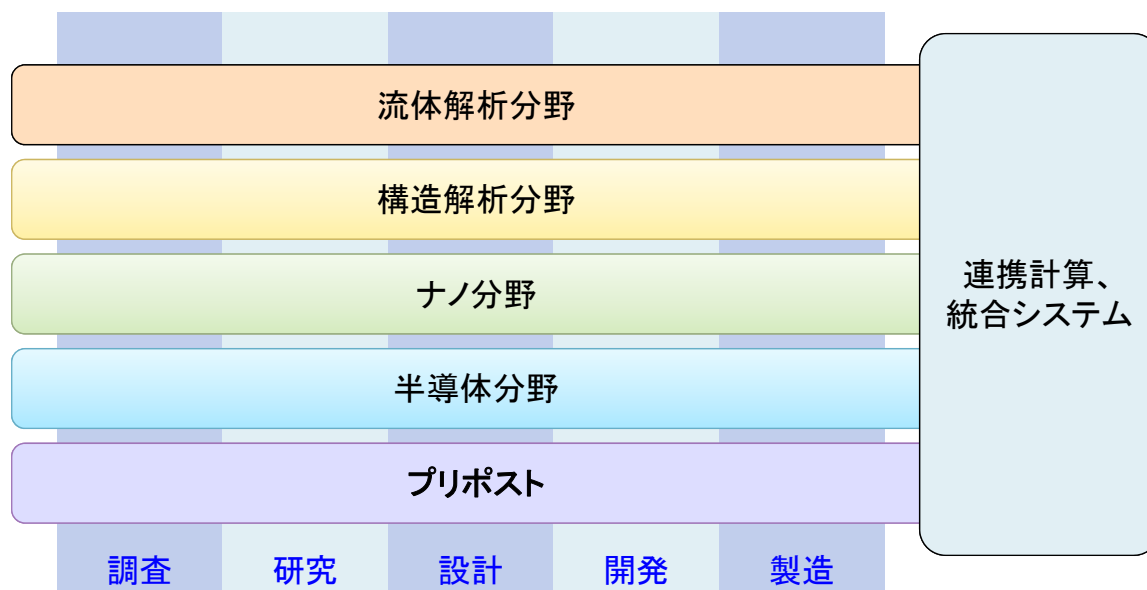
事業内容

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



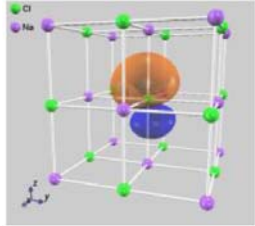
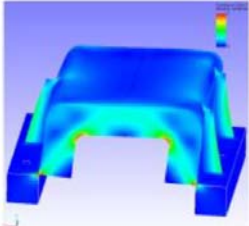
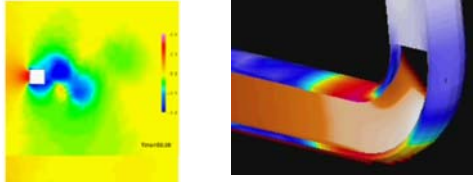
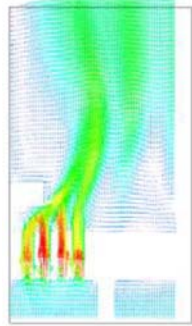
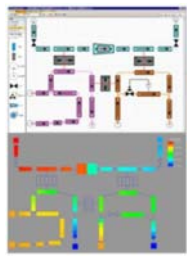
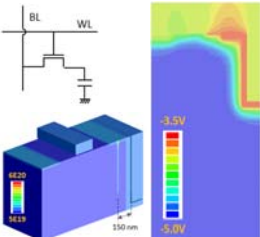
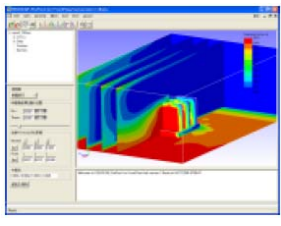
産業の主要な分野のあらゆるフェーズで直面する課題に対し、
科学技術計算によるソリューションをご提供します。

アドバンスソフトのパッケージソフトウェア

ソフトウェア名称	解析内容
Advance/PHASE	第一原理計算ソフトウェア
Advance/FrontSTR	構造解析ソフトウェア
Advance/FrontNoise	音響解析ソフトウェア
Advance/DESSERT	半導体デバイスシミュレータ
Advance/REVOCAP	構造解析・流体解析プリポストプロセッサ
Advance/FrontFlow/red	流体解析ソフトウェア
Advance/FrontFlow/MP	気液二相流解析ソフトウェア
Advance/FrontFlow/FOCUS	高速流・爆発解析ソフトウェア
Advance/FrontNet	管路系1次元流体解析ソフトウェア群

※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。

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</p> 	<p>構造</p> <p>Advance/FrontSTR</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</p> <p>Advance/DESSERT</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。

facebook、YouTubeでも関連記事を掲載中

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

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



構造解析ソフトウェアAdvance/FrontSTR の概要と新機能

第1事業部 袁熙

構造解析ソフトウェアAdvance/FrontSTRご紹介セミナー
2016年10月13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>)

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	FrontSTR HEC-MW	FrontSTR hecmw-PC-Cluster	・ FEM 解析、ソルバ、可 視化等の並列解析用ラ イブラリ群
---	--------------------	------------------------------	---------------------------------------



FrontSTR	有限要素計算
HECMW	メッシュ管理、ソルバー
Revocap	GUIやその他ツール

- ・ 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/>)



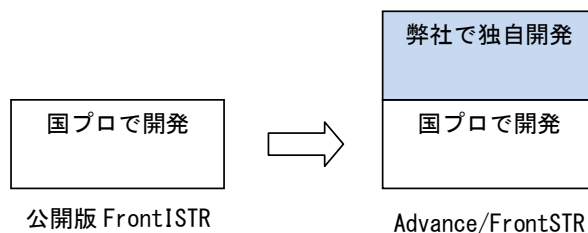
- ・ 非線形(材質非線形、幾何非線形、接触非線形)
- ・ 周波数応答解析
- ・ アセンブリ機能、リファイナー機能(REVOCAPを使用)

Advance/FrontSTRの開発経緯

2012～: FrontISTR研究会(東京大学奥田研主宰<http://www.multi.k.u-tokyo.ac.jp/FrontISTR/>)

- ・ ソルバーの修正(新しい前処理の導入、OpenMPIによる並列計算)
- ・ いくつかの計算機能の追加(非圧縮超弾性材、自由度混在など)

2011～: Advance/FrontSTRリリース



Advance/FrontISTRはその長所と短所とも継承している

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)

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

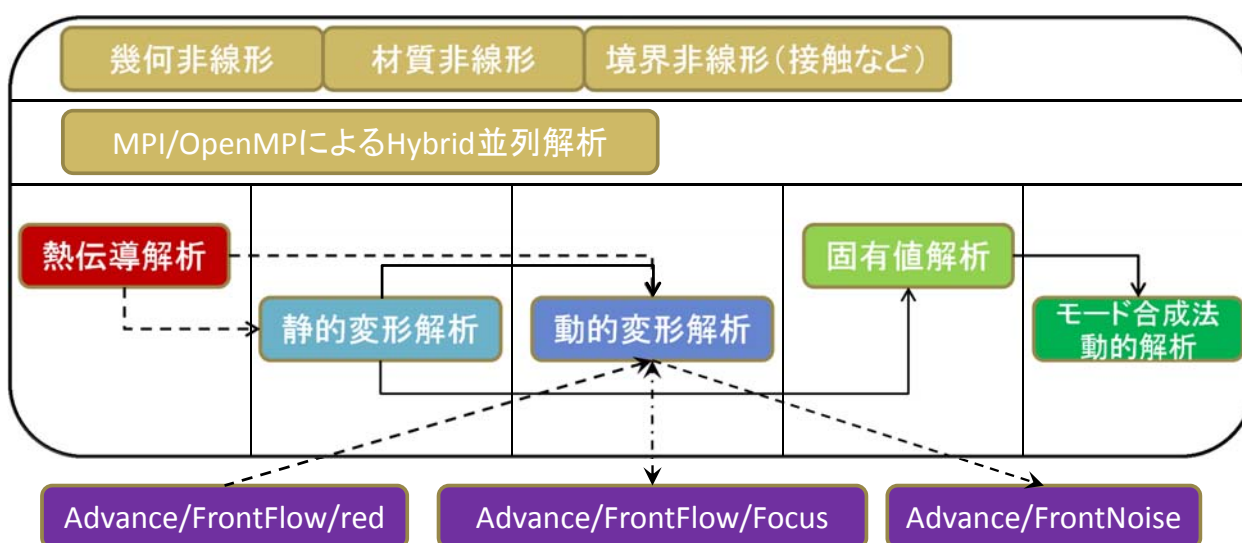
- ・ 静的通信管理: 接触など通信パターン変化問題に向かない
- ・ 静的なデータ構造: Adaptive mesh, 亀裂、接触問題などに向かない
- ・ BCRSマトリクス構造: 1,2,3,4,6自由度のみ対応、自由度混在処理困難

Advance/FrontSTRの開発経緯

Advance/FrontSTRの強み: 日本製

- 1) 要望を応じ細かく対応できる
- 2) 「京」や「地球シミュレーター」など対応
- 3) 低価格で超並列解析機能を提供

Advance/FrontSTRの概要



———→ In core - - - - - → Out of core < - - - - - > コプラ経由

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: CTETR4, CTETR10, CTETR10-C, CTETR10-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- β 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。

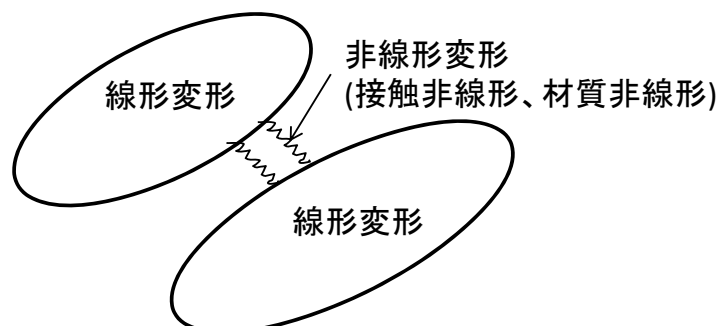
Advance/FrontSTR Ver.5.2 の新機能

- CMS(Component Mode Synthesis)解析機能の導入
- 損傷弾塑性(Continuum damaged plasticity)材質の導入
- その他:Joint要素、Coupling Load機能、周波数解析の並列化

Advance/FrontSTRの新機能

CMS(Component Mode Synthesis)による非線形解析機能

- 解析対象



- **解析方法:** 各部分構造を固有モードを用いて表し、離接モードを用いて隣接面に連続適合条件を加える(一種のRayleigh-Ritz法)

Advance/FrontSTRの新機能

CMS(Component Mode Synthesis)による非線形解析機能

$$\ddot{\mathbf{M}}\mathbf{u} + \ddot{\mathbf{C}}\dot{\mathbf{u}} + \ddot{\mathbf{K}}\mathbf{u} = \ddot{\mathbf{F}} \xrightarrow{\Phi\mathbf{u} = \mathbf{q}} \begin{cases} \mathbf{M}\ddot{\mathbf{q}} + \mathbf{C}\dot{\mathbf{q}} + \mathbf{K}\mathbf{q} = \mathbf{F} \\ \mathbf{M} = \Phi^T\ddot{\mathbf{M}}\Phi; \mathbf{C} = \Phi^T\ddot{\mathbf{C}}\Phi; \mathbf{K} = \Phi^T\ddot{\mathbf{K}}\Phi; \mathbf{F} = \Phi^T\ddot{\mathbf{F}} \end{cases}$$

変換前の自由度 \mathbf{u} >> 変換後の自由度 \mathbf{q}

・変換マトリクス Φ は固有モード+隣接モード(現時点Craig-BamptonモードとMacNeal-Rubinモードを実装した)から構築される。

・実際解く方程式では内部自由度 \mathbf{q}_I と隣接点自由度 \mathbf{u}_B (変位)を含む

$$\mathbf{M}^{(a)} \begin{Bmatrix} \dot{\mathbf{q}}_I^{(a)} \\ \dot{\mathbf{u}}_B^{(a)} \end{Bmatrix} + \mathbf{C}^A \begin{Bmatrix} \dot{\mathbf{q}}_I^{(a)} \\ \dot{\mathbf{u}}_B^{(a)} \end{Bmatrix} + \mathbf{K}^A \begin{Bmatrix} \mathbf{q}_I^{(a)} \\ \mathbf{u}_B^{(a)} \end{Bmatrix} = \mathbf{F}^A \quad \longleftarrow \quad \text{線形方程式}$$

・離接点条件 $\mathbf{B}^{(a)}\mathbf{u}^{(a)} = 0$ \longleftarrow 線形/非線形隣接条件

・上記方程式を時間増分(中央差分法)を利用し解く。又は $\mathbf{K}\mathbf{q} = \lambda\mathbf{M}\mathbf{q}$ を利用し固有値問題を解く

Advance/FrontSTRの新機能

CMS(Component Mode Synthesis)による非線形解析機能

・ 期待効果

1) 計算規模の縮減:

例: 有限要素解析モデル自由度数百万程度

→ CMS法解析自由度数千程度(モード計算を除く)

2) 大規模固有値問題を解く

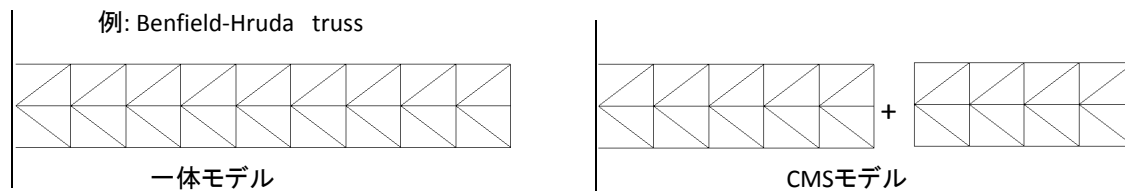
3) 部品組み立て工程の評価

など

Advance/FrontSTRの新機能

CMS(Component Mode Synthesis)による非線形解析機能

- ・ できること



1) 固有値計算

モード数	一体モデル	CMSモデル	誤差
1	1146	1135	-0.96%
2	5642	5553	-1.5%
3	9128	8960	-1.8%
4	12553	12490	-0.50%
5	19412	19300	-0.57%
.....			
10	38896	38469	-1.1%

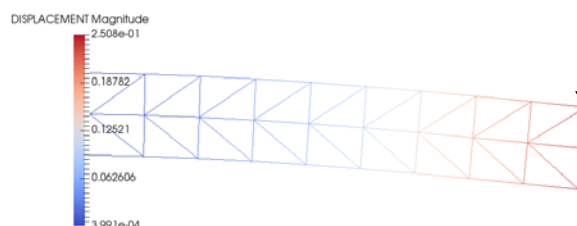
振動数(Hz)の比較

Advance/FrontSTRの新機能

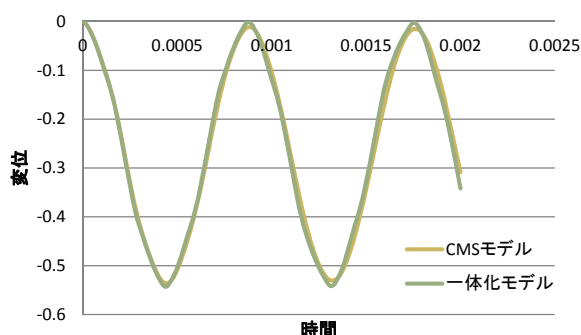
CMS(Component Mode Synthesis)による非線形解析機能

2) 変形解析

静的変形解析



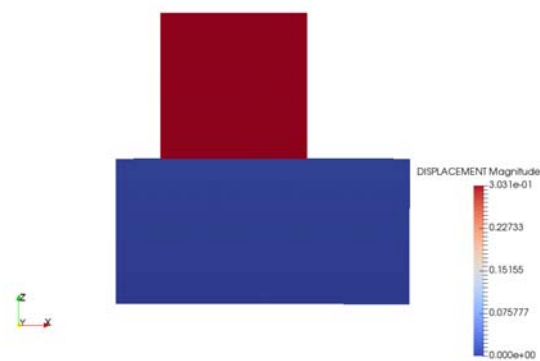
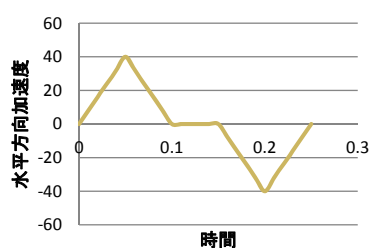
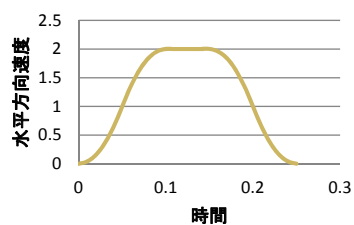
動的変形解析



Advance/FrontSTRの新機能

CMS(Component Mode Synthesis)による非線形解析機能

例：接触解析



Advance/FrontSTRの取り組み

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



HECMW内の基本データを書き換え、汎用性と拡張性の高いソフトウェアを目指す。
(次のバージョンで対応予定)

本発表のまとめ

- Advance/FrontSTRの機能と特徴
- Ver.5.2で新規導入した機能

ご清聴ありがとうございました

Advance/FrontSTRの 大規模解析、連成解析事例と それを実現するアドバンス/スー パーコンピューティングサービス

第1事業部 尾川 慎介

構造解析ソフトウェアAdvance/FrontSTRご紹介セミナー
2016年10月13日（木）
アドバンスソフト株式会社

本日の内容

- 大規模解析
- アドバンス/スーパーコンピューティングサービス
- 連成解析

大規模解析

必要性とソルバーへの要求

- 大規模計算の必要性
 - より複雑な(微細形状を持つ)モデルを解析できる
 - シミュレーションにおける最良の解が得られる
 - 選択した理論、指定した境界条件や物性値.....における最良解
 - 高次のモードは粗いメッシュでは表現できない
- ソルバーに求められる機能など
 - 逐次処理、依存関係のある処理が少ない
 - 各CPUが別々の計算を同時にできるだけ均等に行う
 - 巨大な数字や巨大なファイルを取り扱える
 - (ライセンスの使用単位)

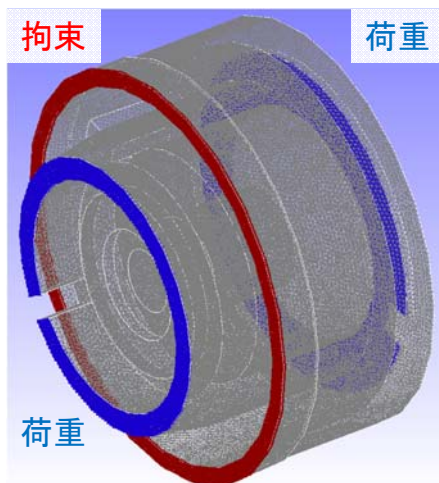
ベンチマーク問題

- 静解析

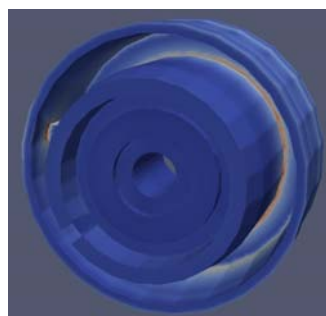
	要素数	節点数
オリジナル	684,807	1,008,911

メッシュ細分化機能 (REVOCAP_Refiner)

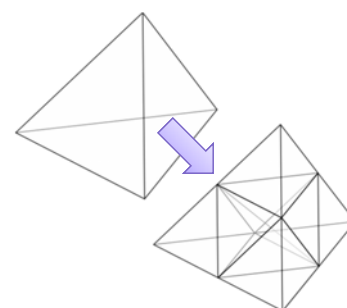
リファイン2回	43,827,648	60,089,084
リファイン3回	350,621,184	474,183,032



モデル(すべて四面体二次要素)



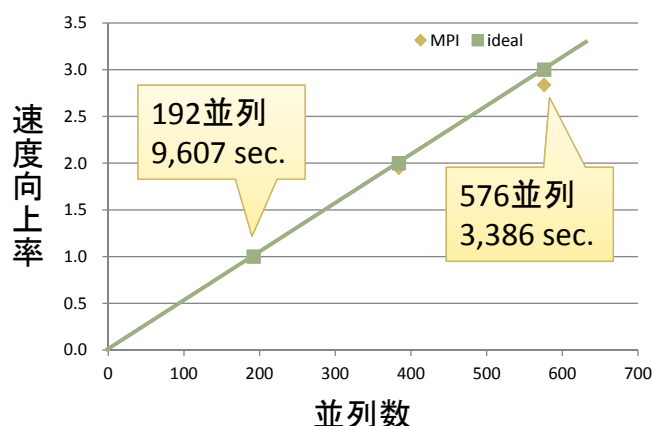
ミーゼス応力



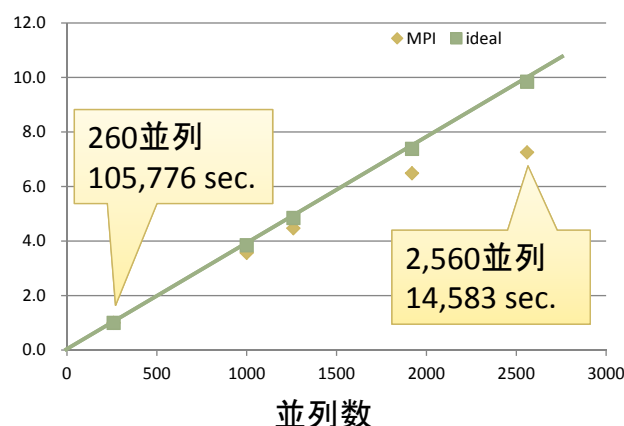
メッシュの細分化

ベンチマーク結果

FX10: 4400万要素(リファイン2回)



UV2000: 3.5億要素(リファイン3回)



	FX10	UV2000
比較対象	192 vs. 576	260 vs. 2560
速度向上率	2.837	7.253
並列化率	99.9846%	99.9838%

1000並列程度までは
きわめて良好に推移している

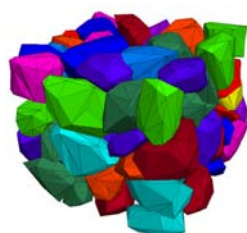
※ 使用した計算機の仕様は後述

バラスト軌道の数値解析 (1)

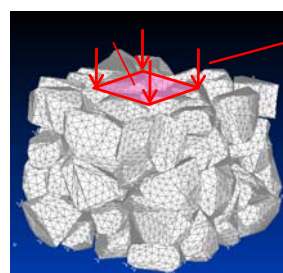
資料提供: 鉄道総合技術研究所 相川様

- 目的
 - バラスト劣化の解明
- モデル作成
 - 3次元デジタイザで複数の碎石形状取得
 - DEMにより締め固めを行ったものをFEMモデル化

締め固め (DEM)



FEMモデル

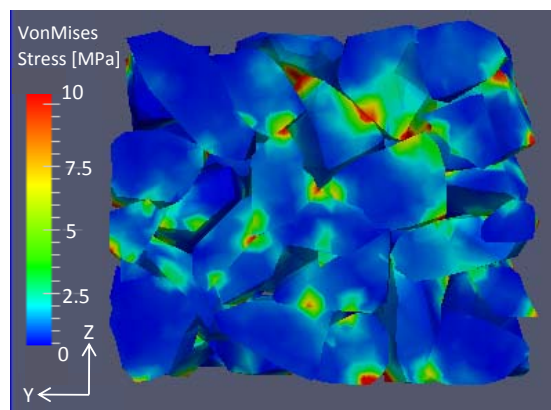
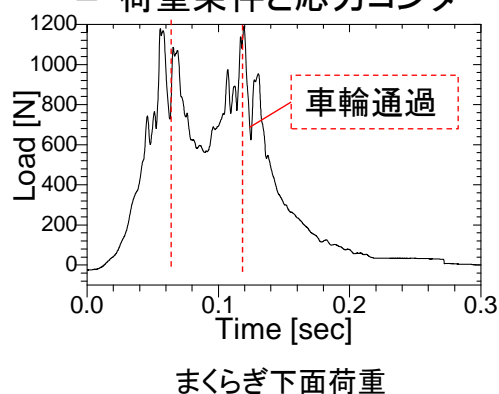


荷重点

バラスト軌道の数値解析 (2)

参考文献: A. Aikawa (鉄道総合技術研究所), Determination of Natural Modes of Ballast Layer, Proceeding of the Ninth International Conference on Engineering Computational Technology, Vol.9, paper No.19, pp.1-19, Civil-Comp Press, 2014.

荷重条件と応力コンター



ミーゼス応力コンター

応力解析により碎石稜角部に非常に大きな応力が作用する

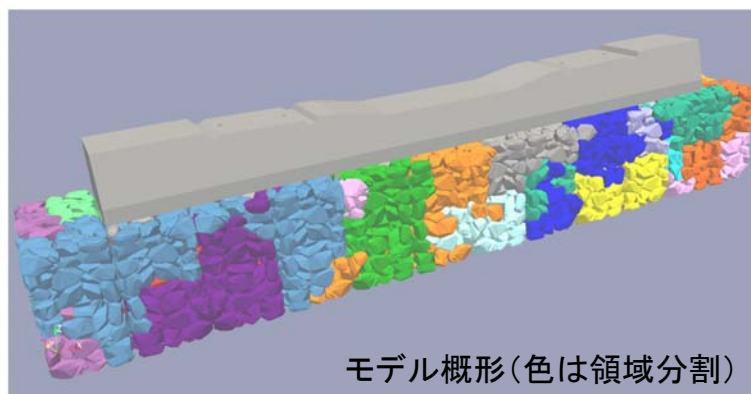


モデルを大きくして検討

バラスト軌道の数値解析 (3)

- モデルの規模は中程度だが、最大800ステップの動解析
- 四面体2次、六面体1次、プリズム1次要素で構成される
- MPCを含む

- 解析後は
ParaViewで可視化



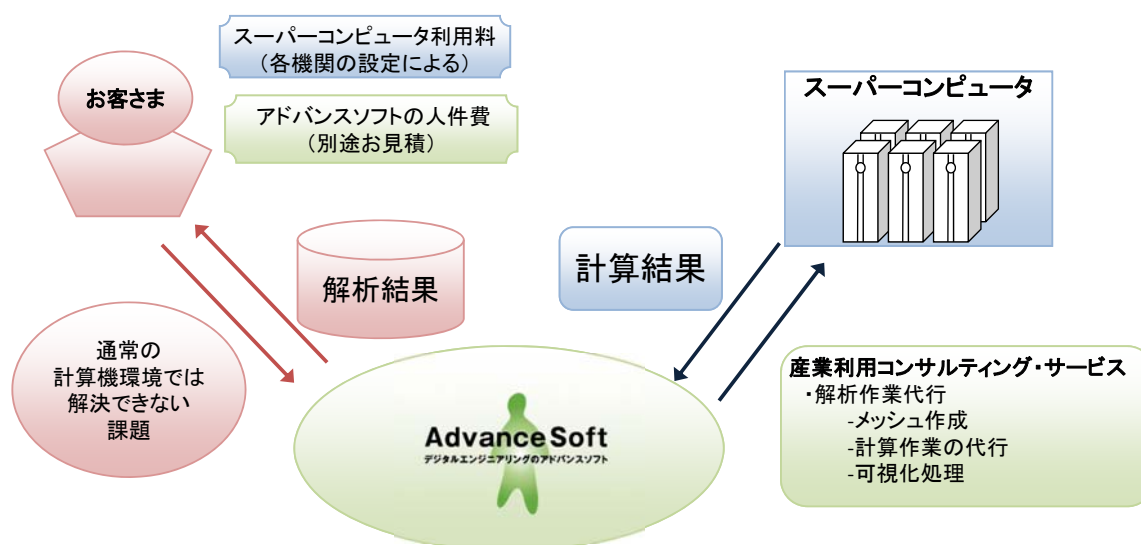
モデル	節点数	要素数	並列数	処理時間	使用メモリ
まくらぎ+48個	7,048,154	4,144,760	24	10 min./step	<192GB

(直接法)

アドバンス／スーパーコンピューティングサービス

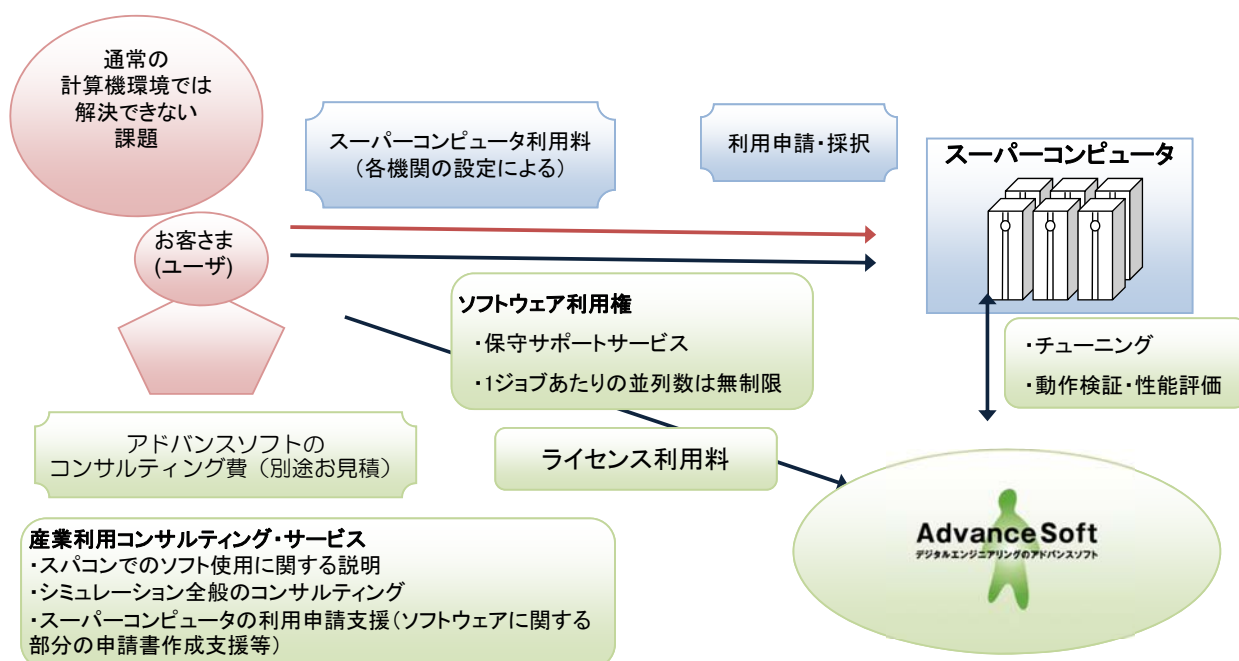
スーパーコンピュータでの利用形態(1)

○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)

○お客様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(1)

◆ 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

スーパーコンピューティング・サービス(2)

◆ ライセンス料金

- ・月単位でのライセンス利用料を設定
 - 1ソフトウェアにつき 10万円/月~20万円/月(年間ライセンス価格の10%)
- ・保守サポートサービス
 - 最新バージョンの使用権
 - E-mailによる問い合わせ対応
- ・1ジョブあたりの並列数は無制限

◆ 産業利用コンサルティング・サービス

- ・スパコンでのソフト使用に関する説明
- ・シミュレーション全般のコンサルティング
- ・スーパーコンピュータの利用申請支援(ソフトウェアに関する部分の申請書作成支援等)
- ・解析作業代行

別途御見積いたします。
お気軽にご相談ください。

スーパーコンピューティング・サービス(3)

◆ 計算機費用

	「京」			UV2000
利用種類	トライアル・ユース	実証利用	個別利用	成果専有
募集	随時	年1回	随時	随時
利用期間	6ヶ月	1年	最長1年	任意
成果の開示	公開	公開(3年以内、 査読付き論文等)	非公開	非公開
利用料金	無償	無償	14.53円 /ノード*時間	87円 /CPU(10コア) *時間

参照先URL

「京」: http://www.hpci-office.jp/pages/shinsei_sanngyou

「京」: http://www.hpci-office.jp/pages/k_kobetsu

UV2000: <https://www.jamstec.go.jp/es/jp/uv/2000service.html>

その他のスーパーコンピュータ利用について(1)

◆ 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

その他のスーパーコンピュータ利用について(2)

◆ライセンス料金

- ・月単位でのライセンス利用料を設定
 - 1ソフトウェアにつき 10万円/月～20万円/月(年間ライセンス価格の10%)
- ・保守サポートサービス
 - 最新バージョンの使用権
 - E-mailによる問い合わせ対応
- ・1ジョブあたりの並列数は無制限

◆産業利用コンサルティング・サービス

- ・スパコンでのソフト使用に関する説明
- ・シミュレーション全般のコンサルティング
- ・スーパーコンピュータの利用申請支援(ソフトウェアに関する部分の申請書作成支援等)
- ・解析作業代行

別途御見積いたします。
お気軽にご相談ください。

◆計算機費用

お問い合わせください。

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)

製品版は主に Intel CPU を対象としているが、
京 (SPARC64) を含むほかのアーキテクチャでも利用可能

スーパーコンピュータ「京」



- 運営： 理化学研究所 計算科学研究機構 様
- スーパーコンピューティングサービスの対象

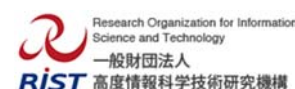
計算ノード	CPU	SPARC64™ VIIIfx 2GHz
	CPU性能	128 GF (16 GF x 8 cores)
	メモリ容量	16 GB
筐体の数	864	
ノードの数	82,944	
ネットワーク	Tofu インターコネクト (6D Mesh/Torus)	
ピーク性能	10.62 PF	
メモリ容量	1.26 PB	
ファイルシステム	Fujitsu Exabyte File System (FEFS)	
ストレージ	30 PB	



- 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

資料および画像提供：理化学研究所

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

SGI UV2000



- ご協力： 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
- スーパーコンピューティング・サービスの対象

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



SGI UV2000

画像は http://www.sgi.co.jp/company_info/press_releases/archives/20120619.html 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



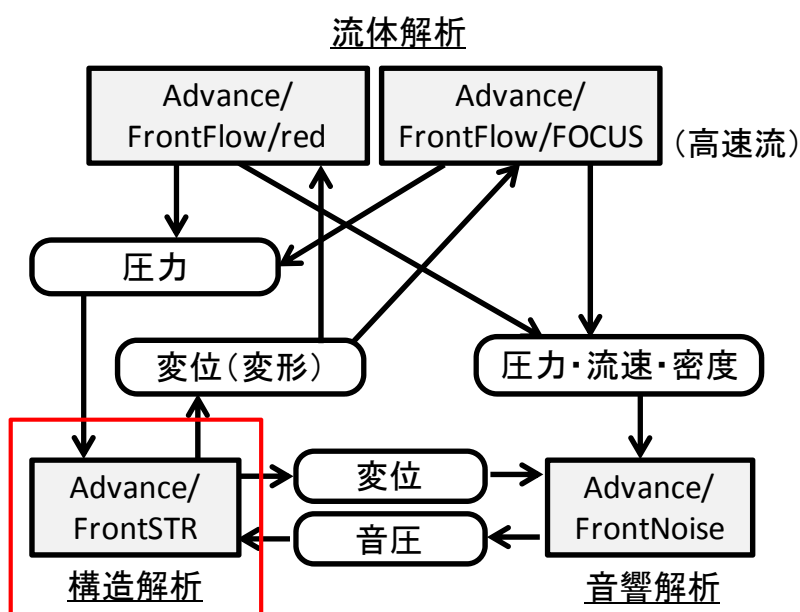
FOCUSスパコン

※ Dシステムの仕様

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

連成解析

連成に関連する当社ソフトウェア



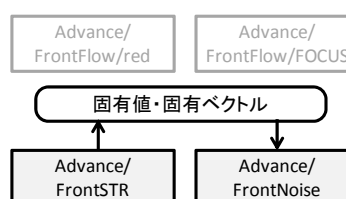
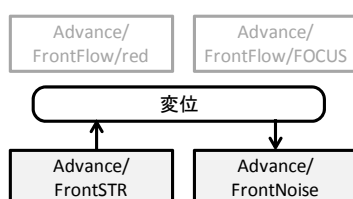
流体解析との連成

- 流体 → 構造
 - 流れが構造物に及ぼす影響の解析
 - 変形が小さい場合
- 構造 → 流体
 - 変形が大きいが弾性変形の範囲内の場合
 - モード解析(固有値・固有ベクトル)を利用する
- 構造 ⇔ 流体
 - 変形が大きく非線形の場合

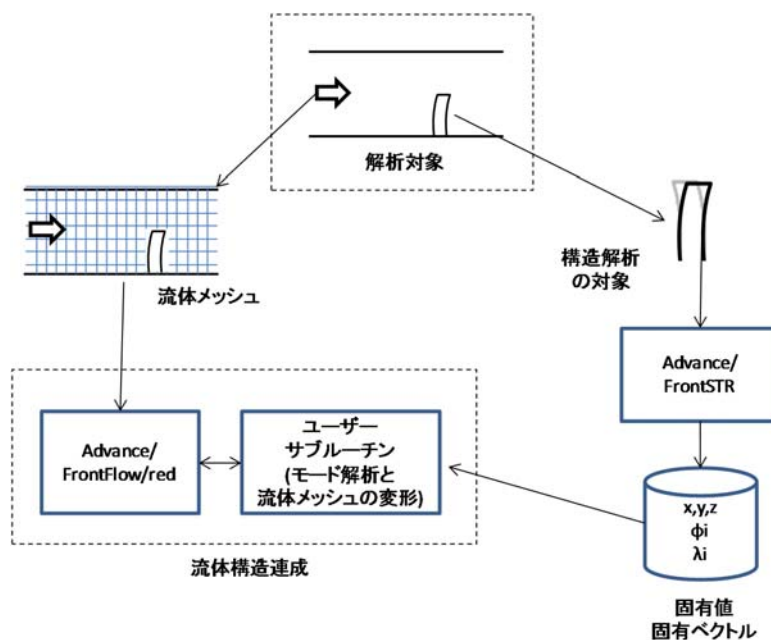


音響解析との連成

- 構造 → 音響
 - 構造物から放射される音の解析など
 - 時系列解析の結果(構造物の振動)を音源
- 構造 ⇔ 音響
 - 構造物振動と音響振動が強く関連している場合
 - モード解析(固有値・固有ベクトル)を利用する



流体構造連成: 解析の流れ (1)



構造流体連成: 解析の流れ (2)

1. 構造解析部分のみで固有値解析を行い、固有値・固有ベクトルをあらかじめ算出する。これを流体ソルバに入力する。
2. 流体解析を行い、構造表面の圧力データから、構造解析用の荷重を算出する。
3. 流体ソルバに組み込まれたモジュールでモード解析を行い変形量を得る。
4. ALE手法(構造物の変位に応じて時々刻々格子変形を行う)を用いてメッシュを更新する。

流体構造連成：モード解析モジュール

弾性体の運動方程式 $[M]\{\ddot{x}(t)\} + [K]\{x(t)\} = \{f(t)\}$

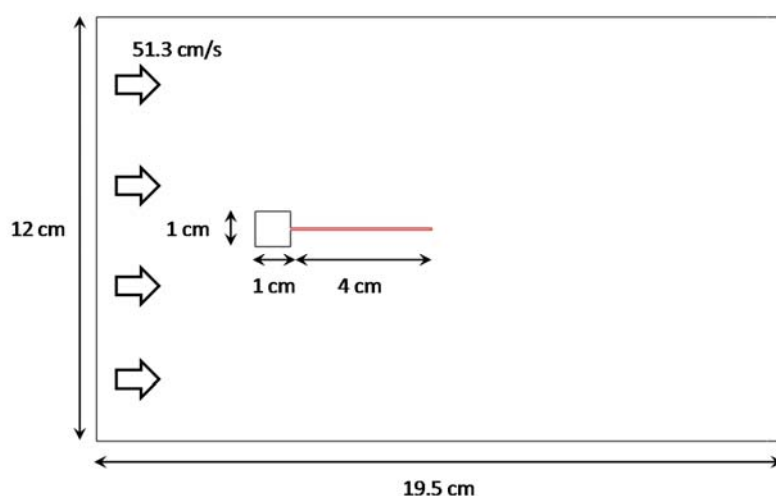
固有方程式 $\{[K] - \lambda[M]\}\{\varphi\} = 0$

変位ベクトル $\{x(t)\} = \sum_i \alpha_i(t)\{\varphi_i\}$

各モードの振幅 α_j の微分方程式 $\ddot{\alpha}_j(t) + \lambda_j \alpha_j(t) = \{\varphi_j\}^T \{f(t)\}$

この微分方程式を解いて節点ごとの各モードの振幅を求め、変位を得る。
変位をもとにALE法によりメッシュ変形処理を行い、流体解析を行う。

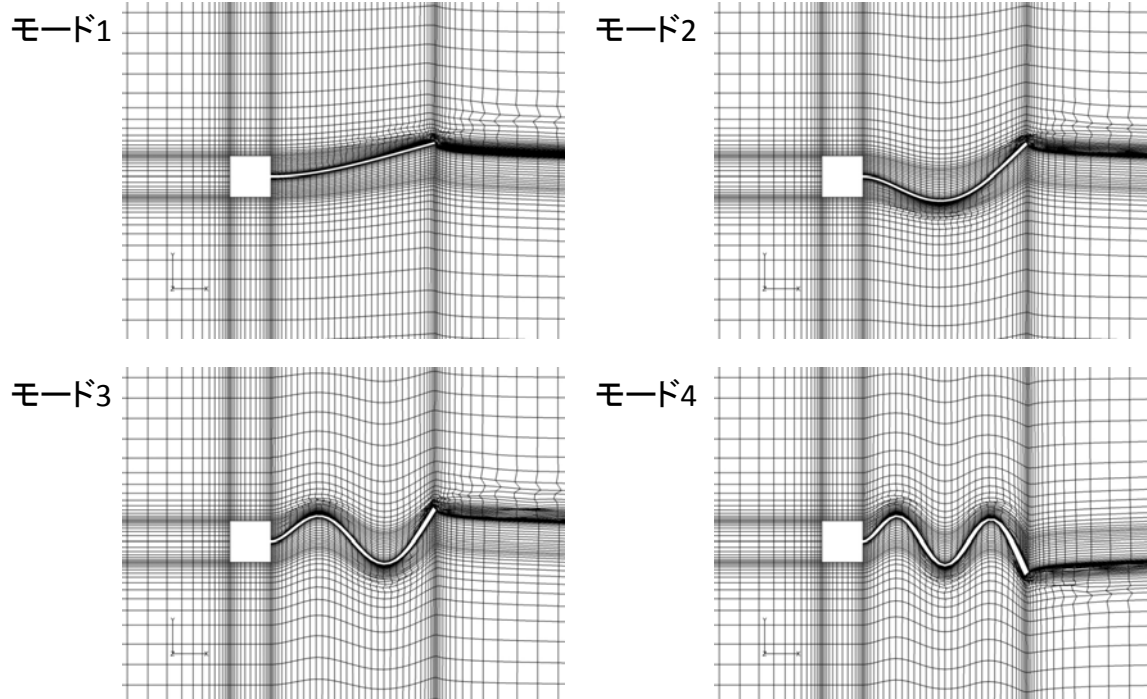
流体構造連成：モデルと解析条件



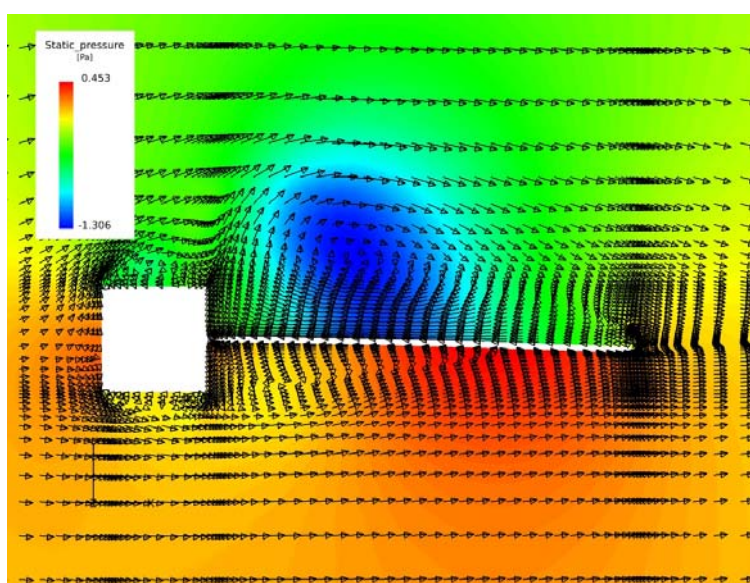
流体物性
 密度 1.18[kg/m³]
 粘性係数 1.82[Pa·s]

構造物物性
 密度 100[kg/m³]
 ヤング率 0.25[MPa]
 ポアソン比 0.35

流体構造連成：構造物とメッシュの変形



流体構造連成：流体解析の結果

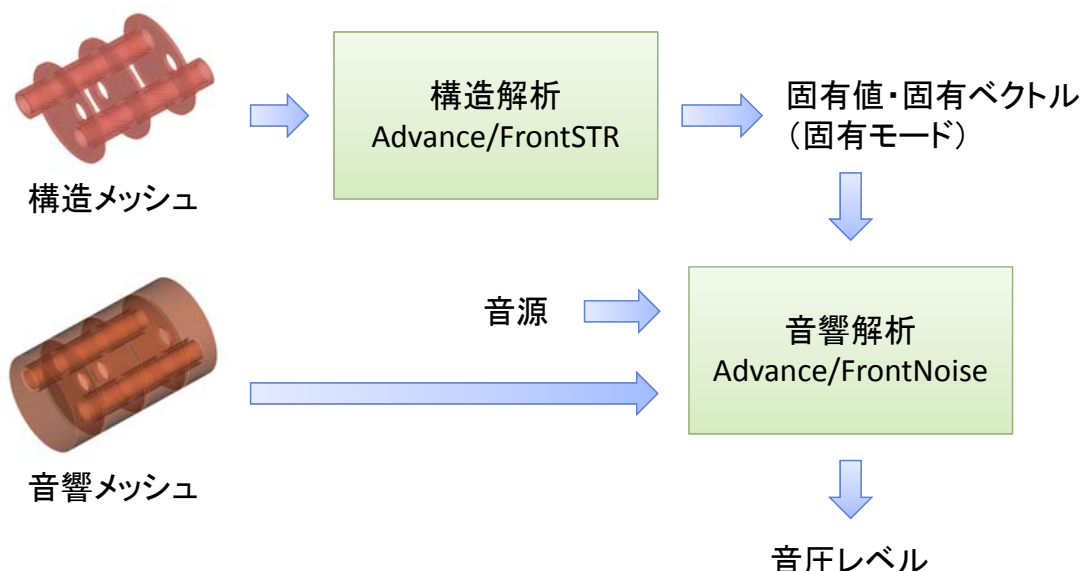


10個のモードを使用して計算

- 線形弾性の範囲に限られるが、手軽に実行できる。

構造音響連成：解析の流れ

- マフラー(消音器)の評価：構造音響強連成解析
 - 音響による構造物の振動(減衰を含む)も考慮した



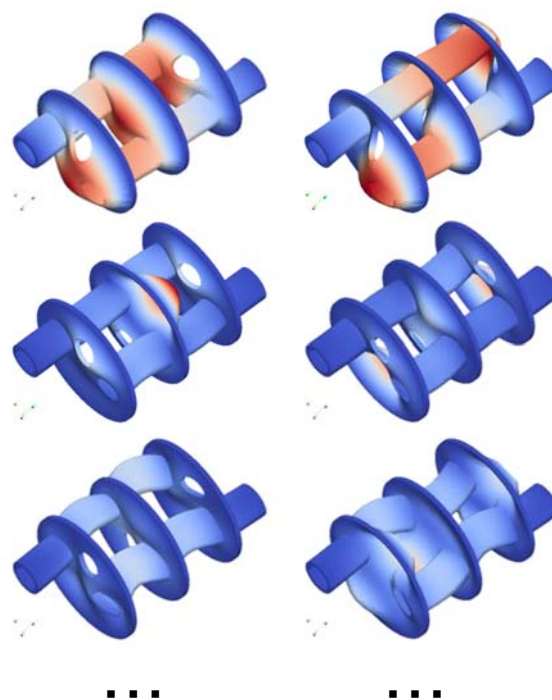
構造音響連成：解析条件

- 境界条件：入口は音源、出口はpc境界
- 構造物には振動(音源)を与えない
- 周波数：100Hz～1.2kHz(5Hz間隔)
- 解析ケース：音響解析のみ、
連成(構造減衰なし)、連成(構造減衰あり)

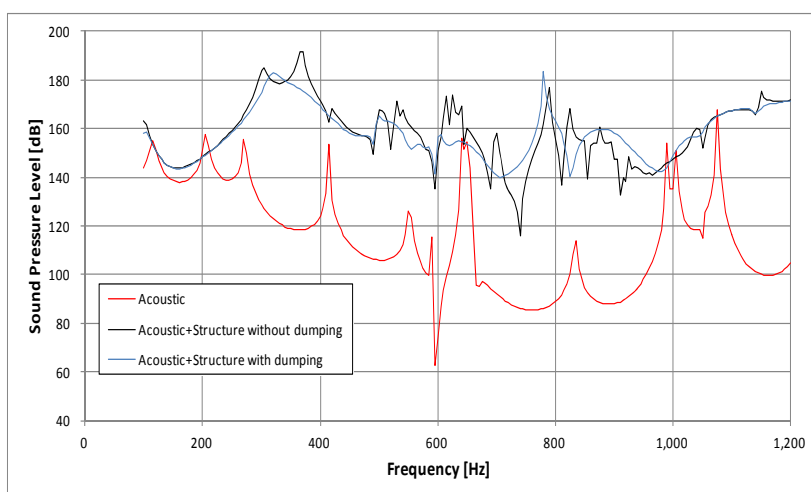
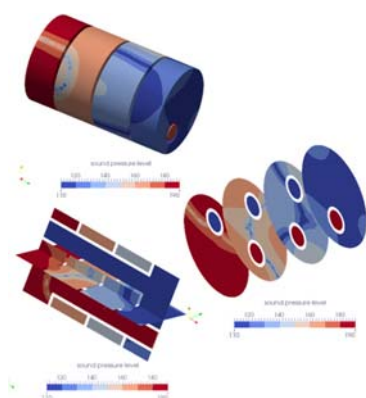
項目	構造解析	音響解析	連成面
節点数	9,111	45,323	7,984
要素数	29,494	229,697	15,340
要素	四面体2次要素	四面体1次要素	三角形要素
境界条件	円筒とのつながり部分 を3自由度固定652節点	音源:47要素面 pc境界:47要素面	構造解析と音響解析の 共通面の情報を共有
備考	固有モード数30		

構造音響連成：構造解析の結果

No.	固有値	周波数 Hz	No.	固有値	周波数 Hz
1	5.37E+06	369	16	2.13E+07	734
2	6.80E+06	415	17	2.58E+07	809
3	1.06E+07	517	18	2.85E+07	849
4	1.11E+07	530	19	2.91E+07	859
5	1.17E+07	543	20	2.98E+07	869
6	1.32E+07	577	21	2.99E+07	870
7	1.36E+07	588	22	3.04E+07	878
8	1.46E+07	609	23	3.16E+07	894
9	1.52E+07	620	24	3.24E+07	906
10	1.54E+07	624	25	3.26E+07	909
11	1.57E+07	631	26	3.29E+07	913
12	1.60E+07	637	27	3.35E+07	921
13	1.67E+07	650	28	3.44E+07	934
14	1.91E+07	696	29	3.60E+07	954
15	1.96E+07	704	30	3.65E+07	961



構造音響連成：音響解析の結果



断面での音圧レベル

マフラー出口の音圧レベルの周波数特性

- 連成解析により、このモデルでは内部の壁を透過する振動が生じ、音圧レベルが全体的に上昇した
- 形状や材質のほか、触媒(多孔質媒体)の影響を考慮した解析も可能

まとめ

Advance/FrontSTR は

- 大規模並列計算においても良好な処理性能を有する。
- ご紹介したシステムにおいて動作検証が終了している。
- リファイナーなどの支援ツールも利用可能である。

- 流体解析や音響解析との連成計算も可能である。
 - その他の事例は『アドバンスシミュレーション』21号 94ページ

デジタル開発を可能にする構造音響 連成解析技術

宇宙航空研究開発機構
(元日産自動車株式会社)

丸山 新一

振動騒音分野の現状

自動車のように製品開発の多くの段階を解析で実行することも増えてきた

- ◆ 一般の人の認識よりも試作・実験は残っている
- ◆ エンジニアの認識よりは解析中心に移行してる

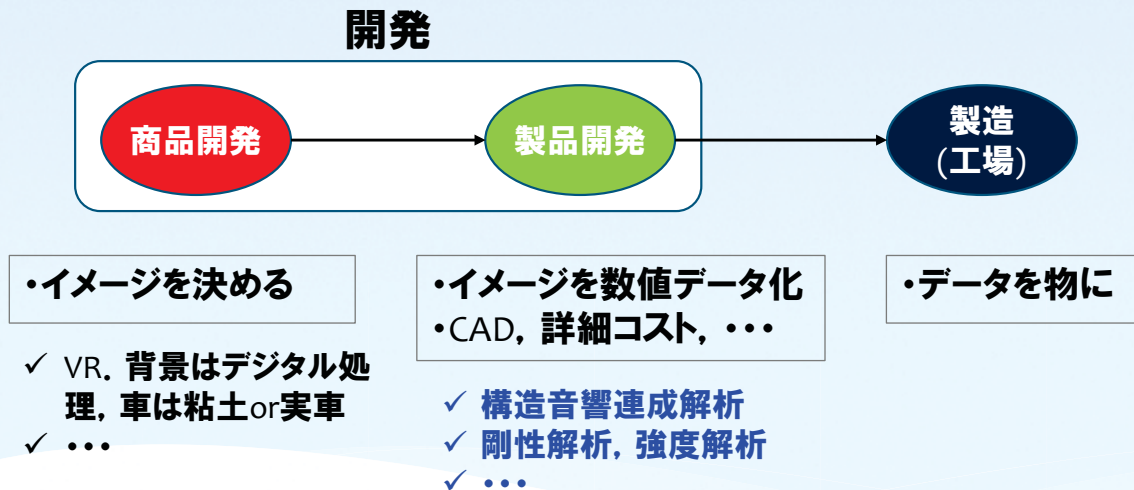
大量生産品と少量生産品では事情が異なる

- ◆ 前者:長期間の精度向上活動を経て広範囲に適用
- ◆ 後者:適用範囲は限定的か?

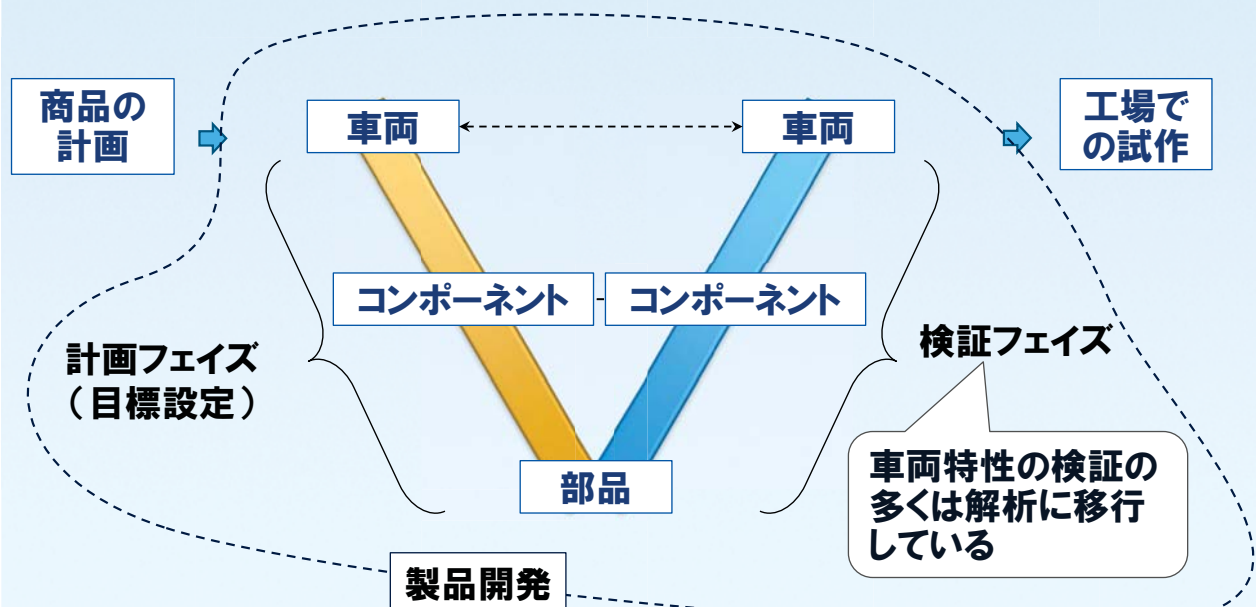
大量生産品として自動車, 少量生産品としてロケットフェアリングの事例を紹介する

自動車の事例

商品開発→製品開発→製造(工場)の3段階
解析は主に製品開発に適用される

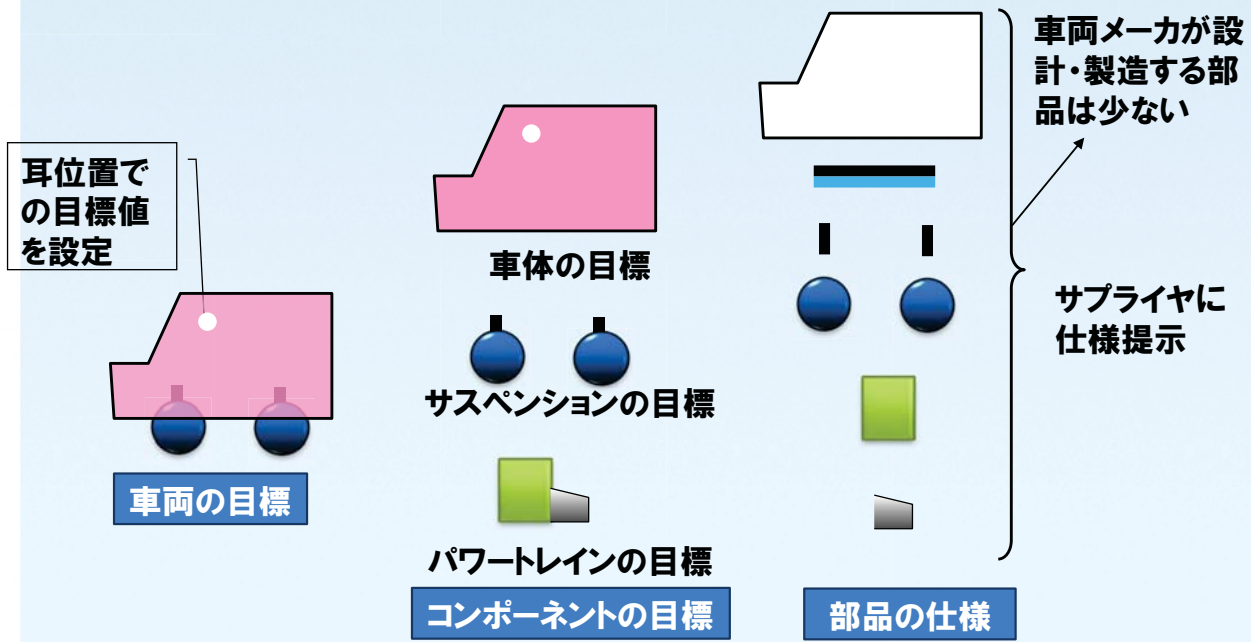


振動・騒音設計の流れ(製品開発部分)



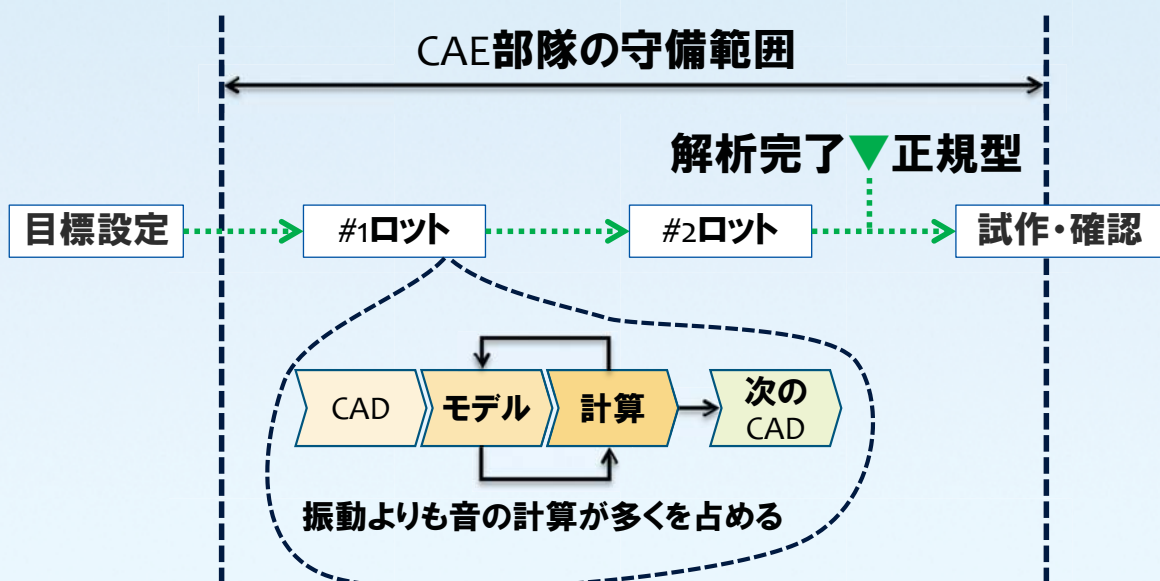
性能開発のV字プロセス

車室内騒音の性能計画



車両の目標を部品の仕様に落していく

CAEを活用した自動車の開発



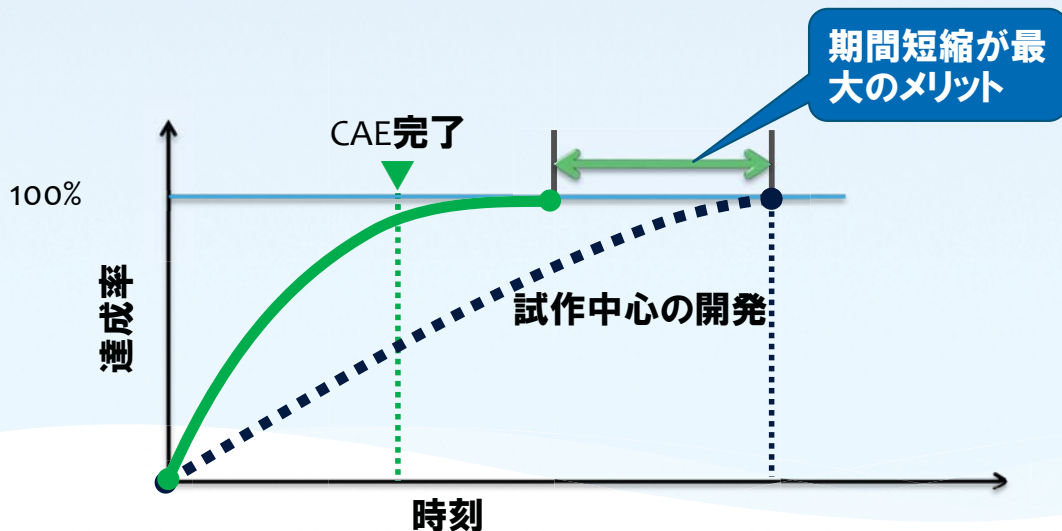
解析完了後、直ちに正規型製作に移行する

CAE部隊は試作車の性能目標達成まで関わる

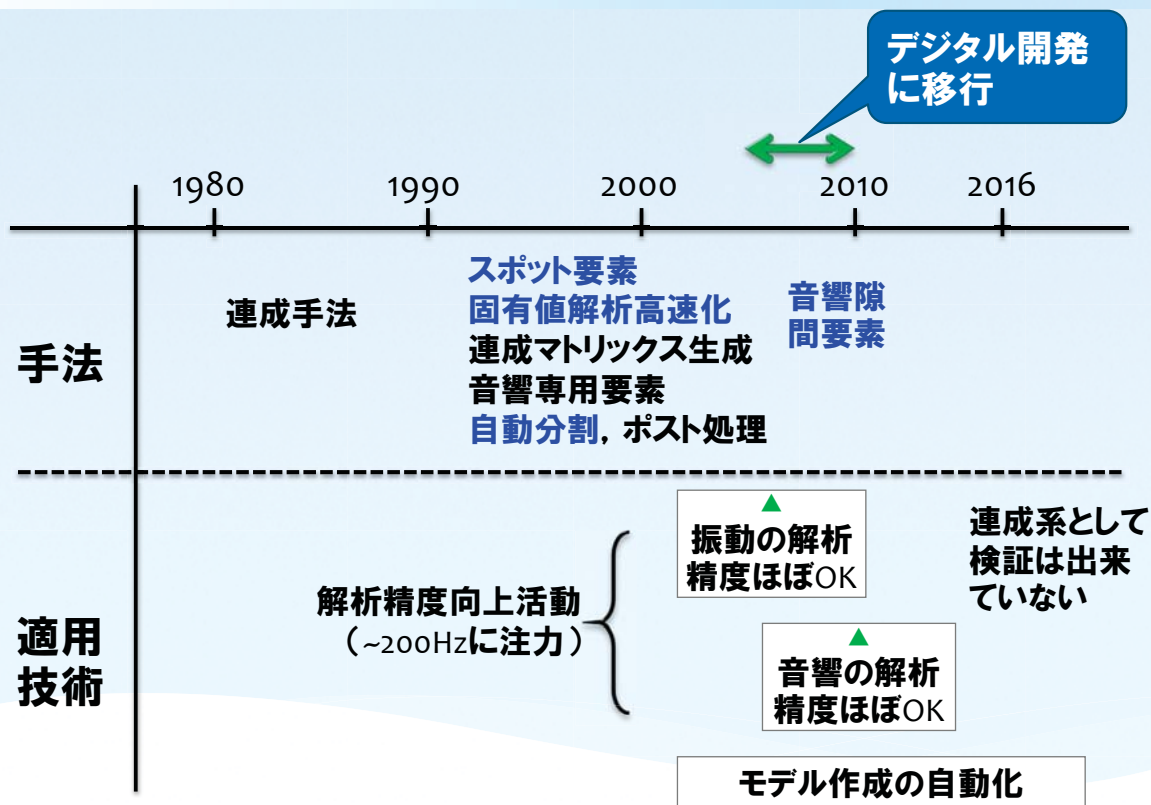
CAE適用の効果

開発期間短縮には明確な効果がある

ただし、モデル作成のため、ある程度詳細なCADデータが必要となる。コストへの影響は不明

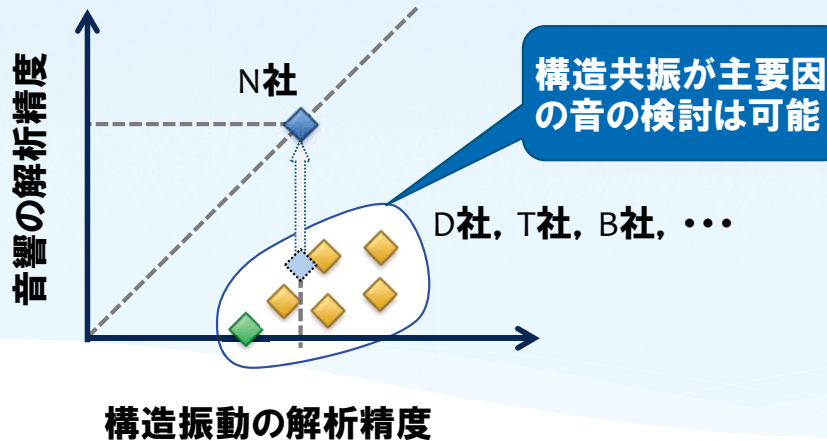


自動車開発へのCAE適用



デジタル開発におけるトラブル

解析OK. 試作車NG → 音響の解析精度が悪い
対策不可. 目標未達 → 音の原因が音響共鳴
音響共鳴が主因の音を検討できるモデルが必須



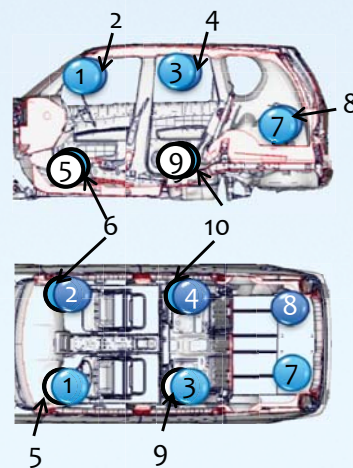
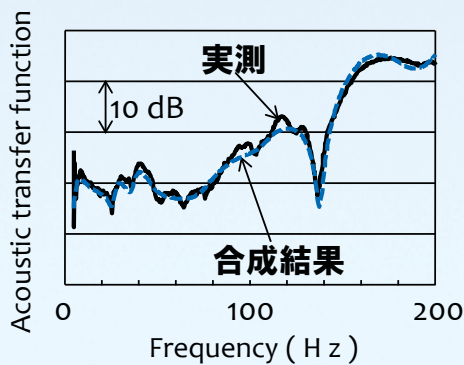
構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR ご紹介セミナー 2016 (2016-10-13)

9

音響モデル精度向上のための実験技術開発

首都大学東京との共同研究

音響に適したカーブフィット手法
多点对称配置加振法(8または10点加振)



合成結果

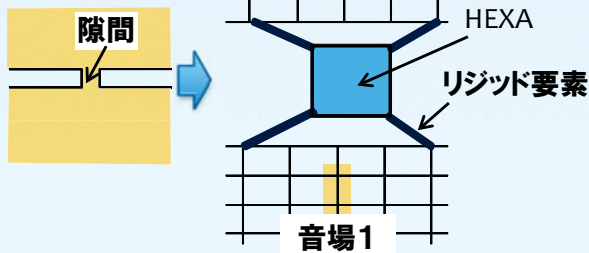
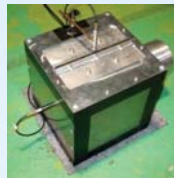
スピーカ配置

構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR ご紹介セミナー 2016 (2016-10-13)

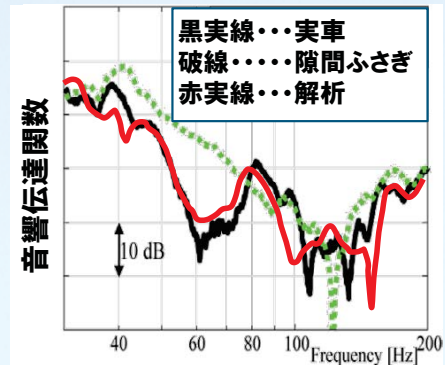
10

“音響隙間要素”の開発

1mm以下の隙間までモデルに組み込んで音響モードの精度向上を図った



音響隙間要素の構成

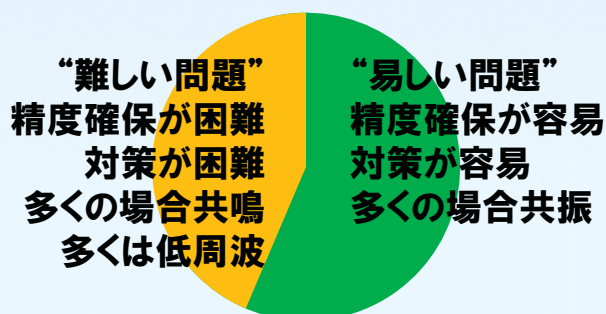


計算結果

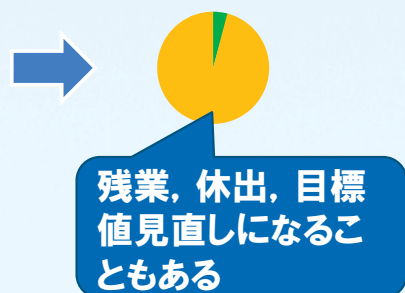
自動車の構造音響連成騒音まとめ

“易しい問題”と“難しい問題”があり、後者が開発後期まで残る可能性が高い

“難しい問題”も検討できる高精度なモデルが手戻りの少ない開発を可能にする



開発初期



開発後期

解析コストについて

試作の代わりということで、工数、計算機、ライセンスが厳しく管理される

全部OKならば、解析にかかった費用は赤字。試作と同等か、より厳しい目で見られる

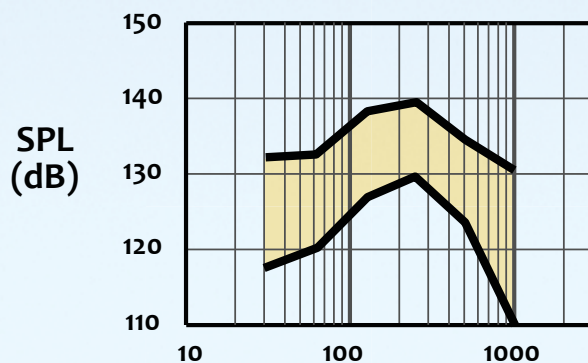
移行した時点の計算機能力の維持を求められる。クロックが倍になるとコアの数半分。ライセンスも半分

解析の自動化が進んで、報告資料作成の時間が無視できなくなった。パワーポイント資料をバッチで作成しそのまま使う。手を加えない

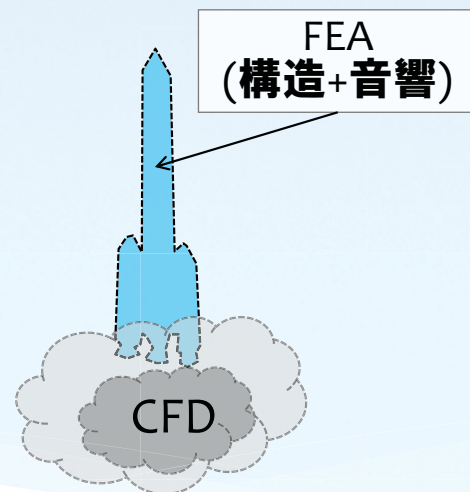
ロケットフェアリングの構造音響連成解析

打ち上げ時のフェアリング内低周波騒音の低減は、衛星、制御機器を守る上で重要な課題

内部騒音を数値解析のみで予測することを可能にし、低騒音構造の検討を容易にする



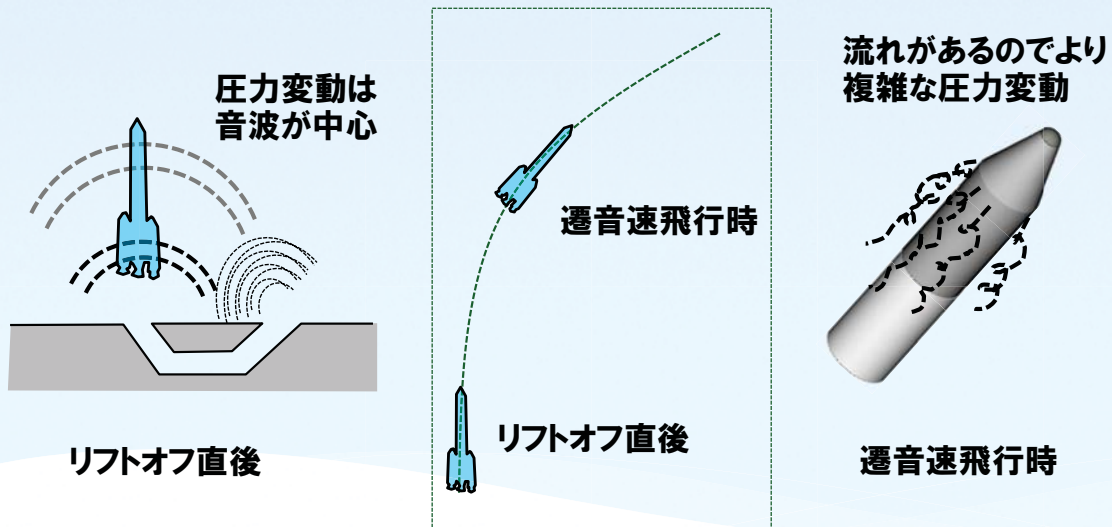
各種ロケットの騒音レベル



打ち上げ時のフェアリング内部騒音

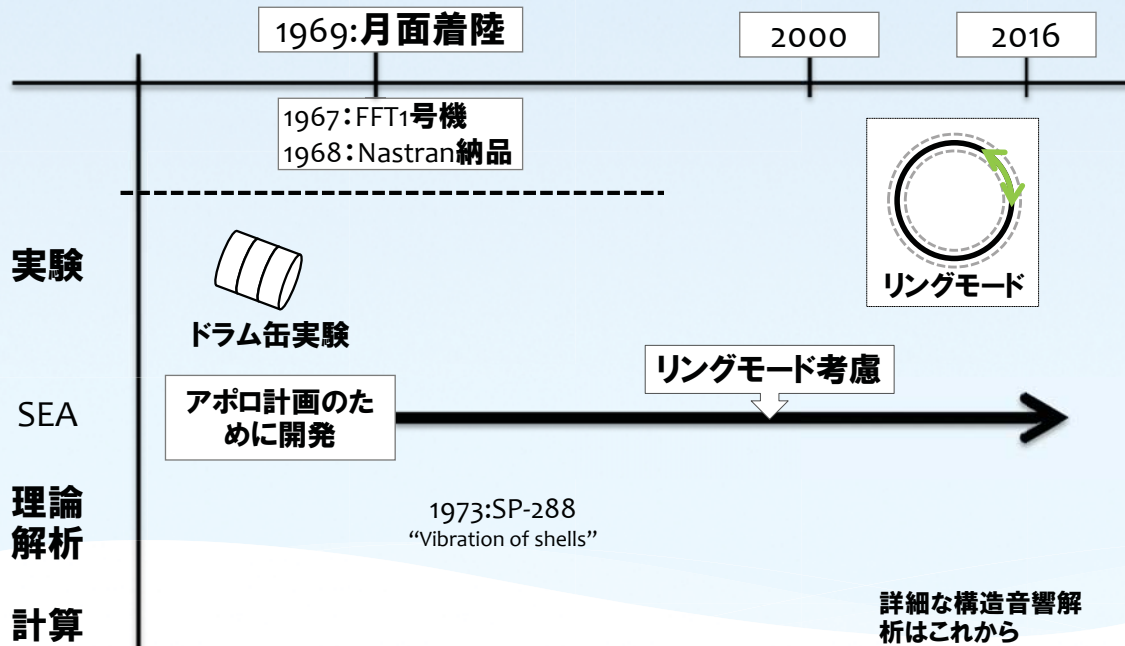
リフトオフ直後と遷音速飛行時のレベルが高い

外部圧力変動は遷音速飛行時、内部騒音はリフトオフ直後のレベルが高い

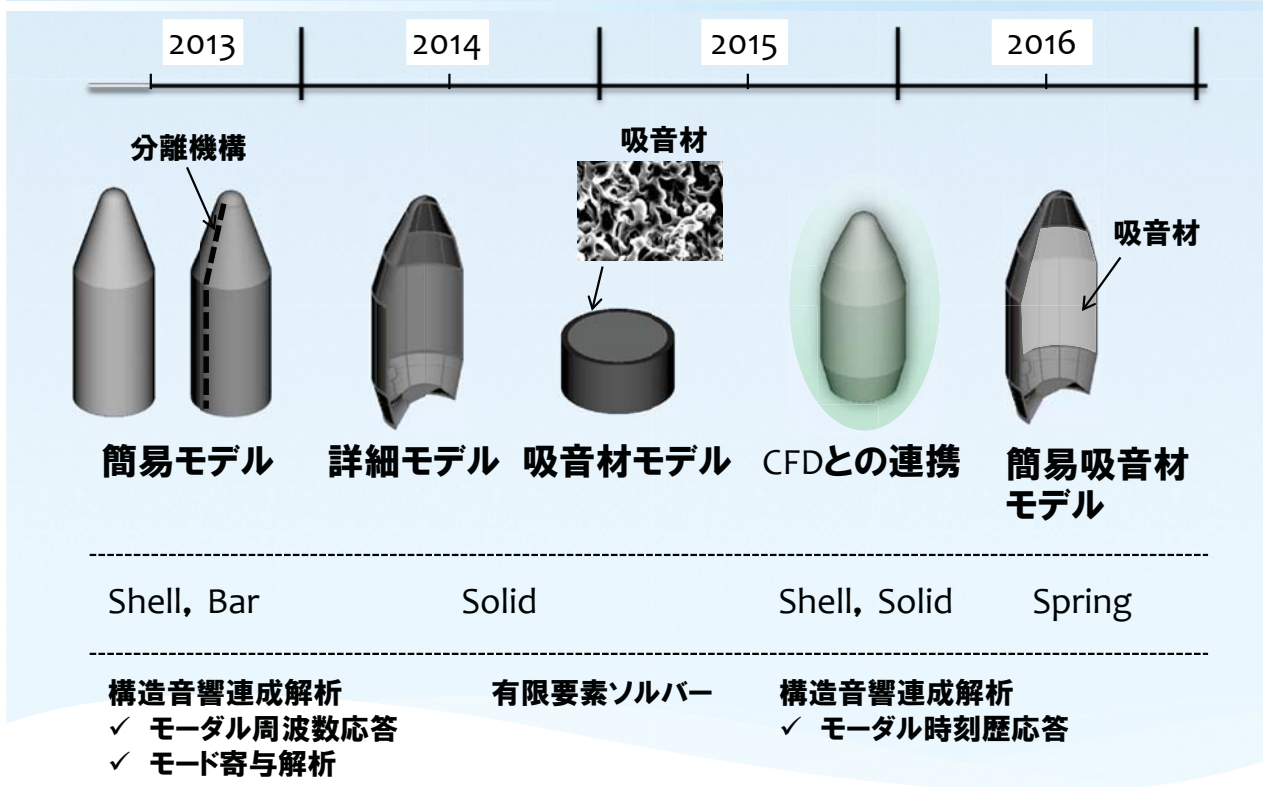


フェアリング内部騒音の特徴と従来の知見

通常、大きいほどピークの周波数が低い。リングモードが支配的であるとされている

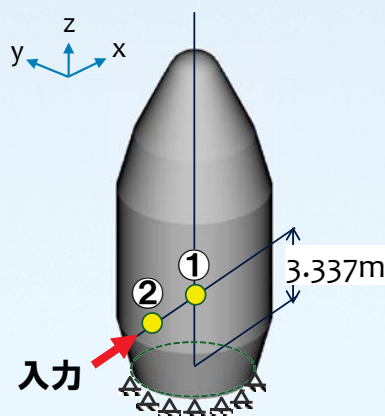


振動騒音予測への取り組み



5Sシェルモデルによるモード寄与解析

直径5メートルの5Sフェアリングをシェル要素のみでモデル化した単純なモデルを使って内部騒音の寄与を計算した

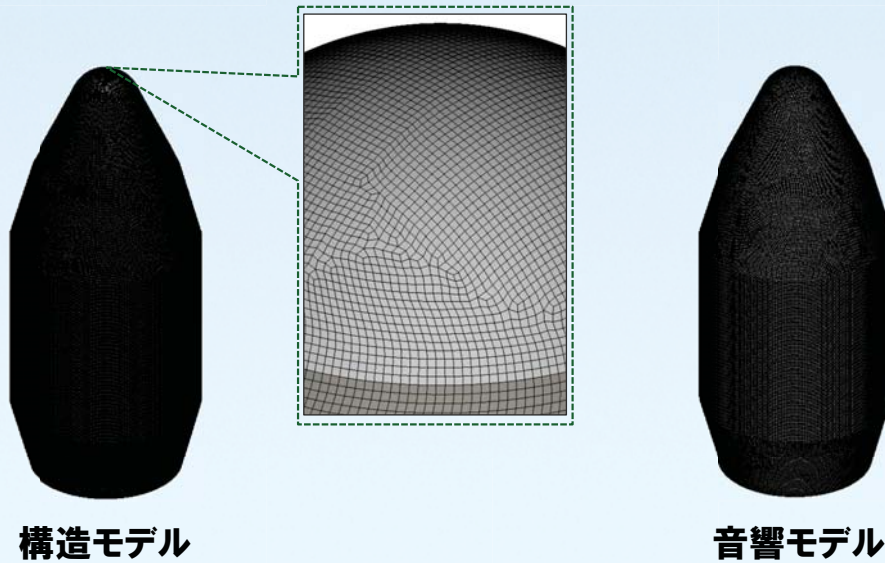


5Sモデル

計算条件

項目	内容
荷重条件	X軸上の点に単位入力
評価点	① 軸上、高さ3.337m
	② 壁際、高さ3.337m
備考	衛星、分離機構、作業用窓などは省略

有限要素モデル

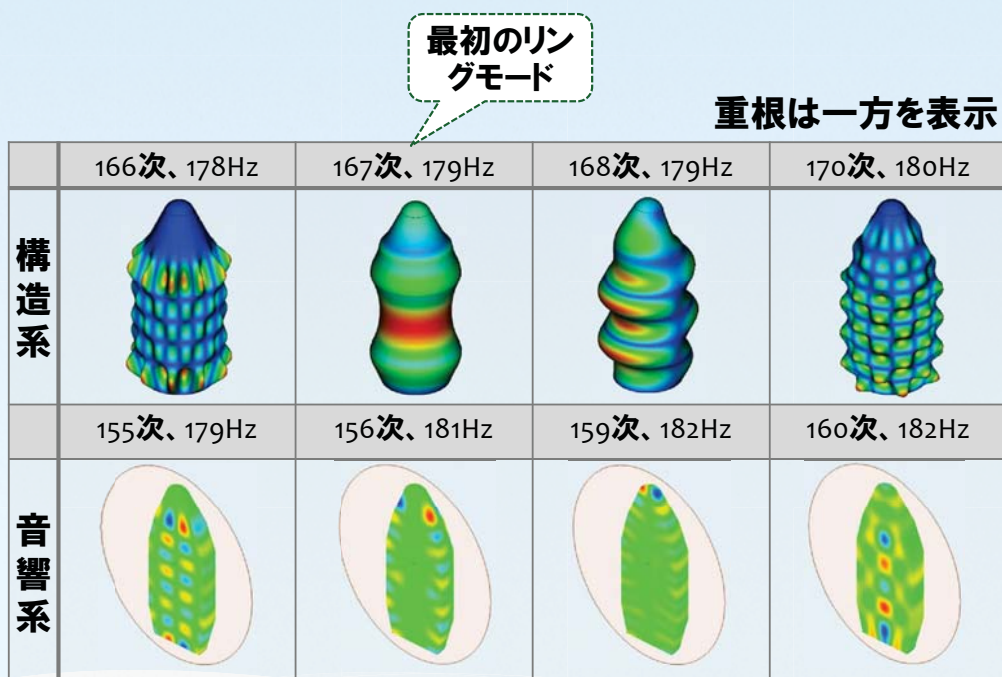


構造モデル

音響モデル

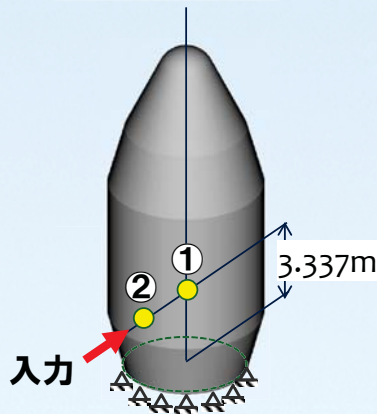
構造は約30mmのQUAD要素とTRIA要素、音響は約80mmのTETRA要素で分割。合計約200万節点

構造固有モードのモード形状

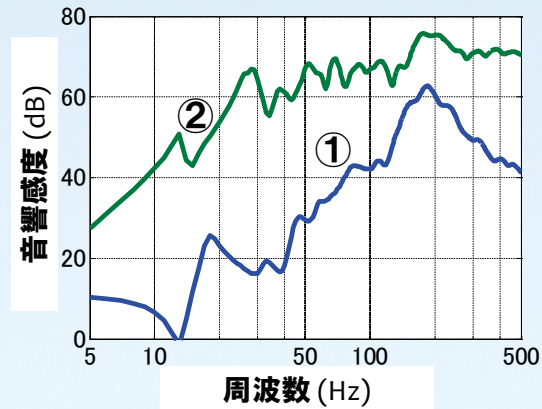


リングモードは、比較的単純なモード形状を持つ

音響感度の計算結果



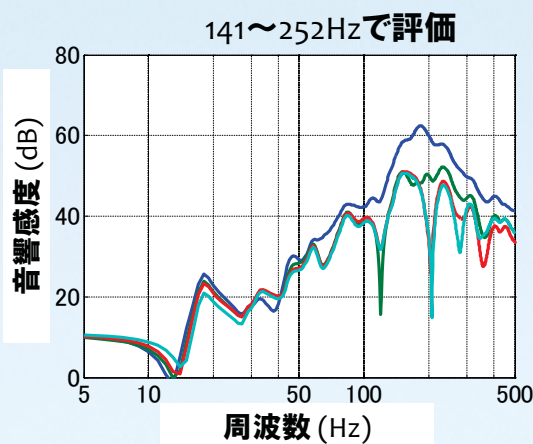
加振点と評価点



音響感度

加振点に近い壁際の点は、軸上に比べてレベルが高い
 軸上の点のピークは、低次リングモードの周波数域に存在

軸上評価点音響感度の分析結果

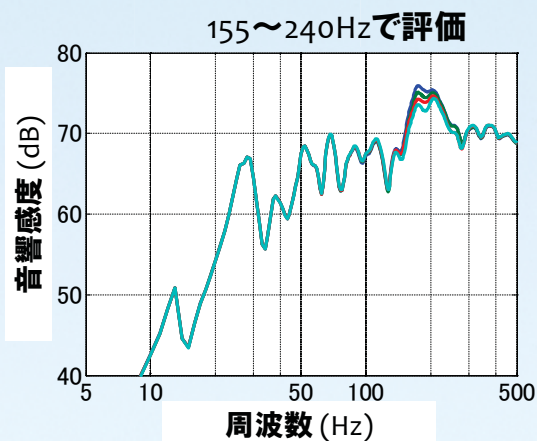


モード削除時の音響感度変化

条件	寄与大のモード
1モード削除	
2モード削除	
3モード削除	

リングモードの寄与が高い。従来の知見と一致
 主要なモードを削除すると、レベルが大きく下がる

壁際評価点音響感度の分析結果



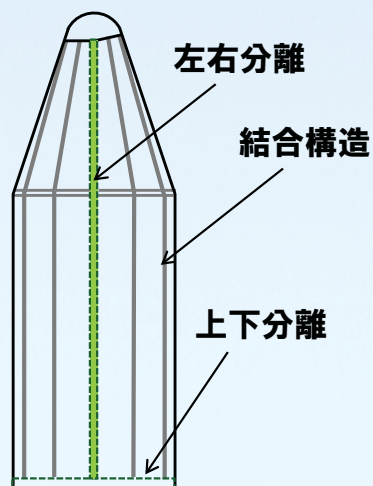
モード削除時の音響感度変化

条件	奇与大のモード
1モード削除	
2モード削除	
3モード削除	

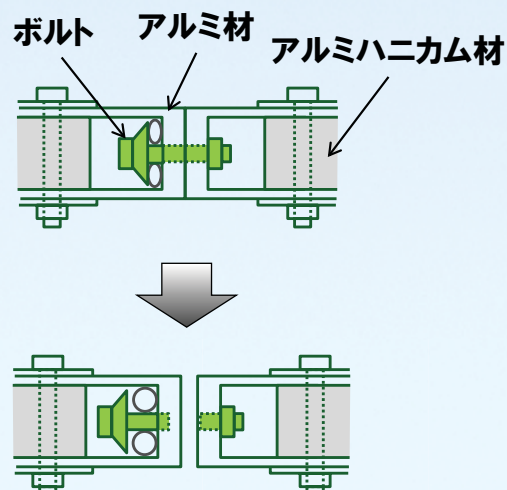
多数のモードに分散している. リングモードの寄与は小さい
 奇与大のモードを削除しても下がり代は小さい

4S簡易モデルによる構造音響連成解析

分離機構など軸対称でない部分を考慮した



分離機構の配置

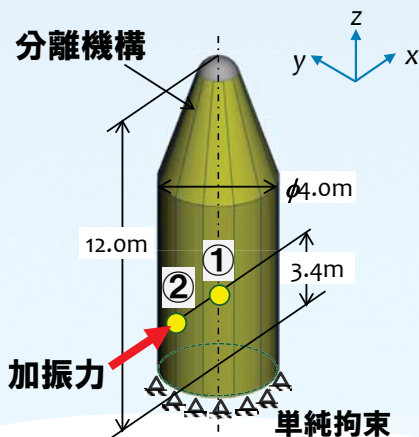


分離機構

有限要素モデルと計算条件

アダプター、衛星などを省略したシェルモデルに分離機構とハニカム材を結合する部材を梁要素で追加した

計算結果は梁要素のないモデルと比較した



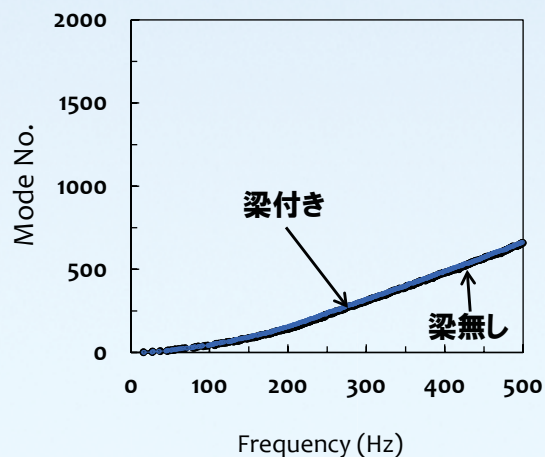
計算の条件

項目	条件
境界条件	フェアリング下端を単純拘束
加振条件	高さ3.4m. 単位入力
評価点	① 軸上、高さ3.4m
	② 壁近傍、高さ3.4m

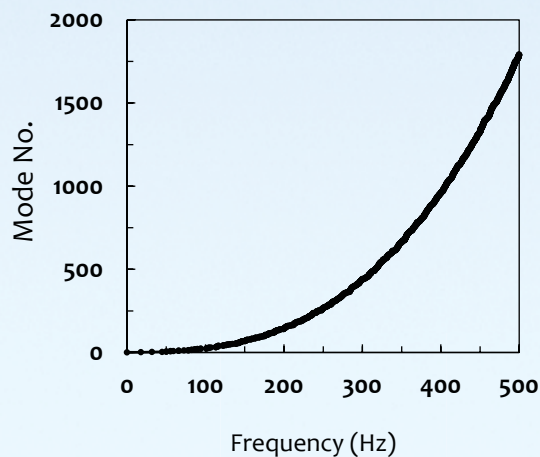
フェアリングモデル

固有振動数分布の比較

梁を追加すると、構造系の固有値の数が僅かに増加する



構造



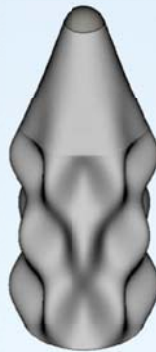
音響

固有モード形

低次曲げモードの変化は小さい
リングモードの変化は大.



梁付き
Mode No.39
89.5Hz



梁無し
Mode No.41
97.9Hz



梁付き
Mode No.184
218Hz



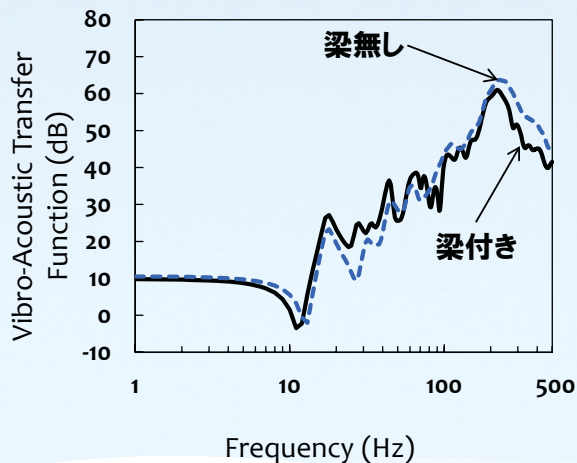
梁無し
Mode No.174
220Hz

低次曲げモード

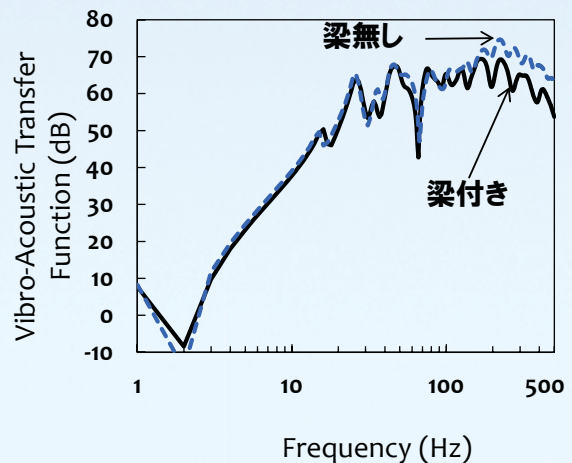
リングモード

音響感度の比較

梁を追加してもピークの周波数の変化は小さい
高い周波数のレベルが下がる. 質量としての効果が大きい



評価点1



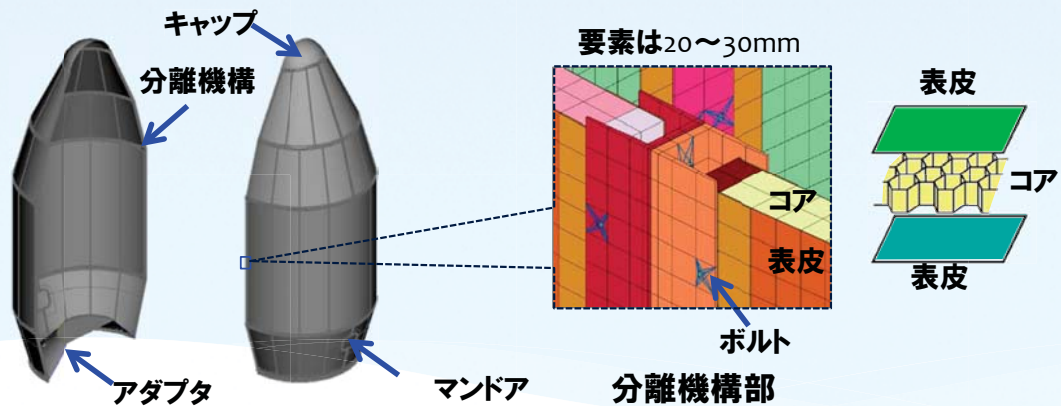
評価点2

デジタル開発を念頭に置いた詳細モデル

構造:ほぼ全ての構造をHEXA要素とPENTA要素で分割

- ハニカムをコアと表皮に分けて要素分割
- ボルトをHEXA+剛体要素でモデル化
- 衛星, 吸音材は省略. モデル規模は自動車程度

音響:TETRA1次要素で分割



ロケットフェアリングの構造音響連成解析まとめ

長手方向の軸付近の音圧はリングモードと相関が高い. 従来の知見は間違っていないと推定される

振動と音響のモードを再現するには, 詳細なモデルが必要と推定される結果が得られた

ただし, 計算結果と比較できる実験結果がないため, デジタル開発がどの程度まで可能かは判断が難しい

ロケットは大きすぎるため, 全体を一体で解析するのは困難

まとめ

項目	大量生産品	少量生産品
デジタル開発は可能か？	自動車程度ならば可能	実験との比較が出来ないので判断が難しい 多くの場合、大規模構造で詳細モデルが作れないことも課題
モデルに要求されること	音響共鳴が原因の騒音現象まで再現できること	CADに忠実に要素分割する
その他	音の問題は、自動車業界が膨大な工数と費用をかけて構築してきたノウハウを活用したらと思う(個人的な意見です)	大量生産品のために構築されたノウハウを上手く活用する 1回は詳細な実験が必要

今後への期待

現状、汎用ソフトでロケット、航空機など大規模な構造物の構造と音響が連成した現象を解析することは難しい

今後、Advance/FrontSTRのように最初から大規模構造物を想定したソフトウェアの機能向上を期待します

1ユーザーとしては、ユーザーの想像を少し超えること、現実的なコストであること、寿命が長いこと(保守費用を負担する顧客がある程度いる)が必要と思います

構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTRによる 周波数応答解析の事例紹介

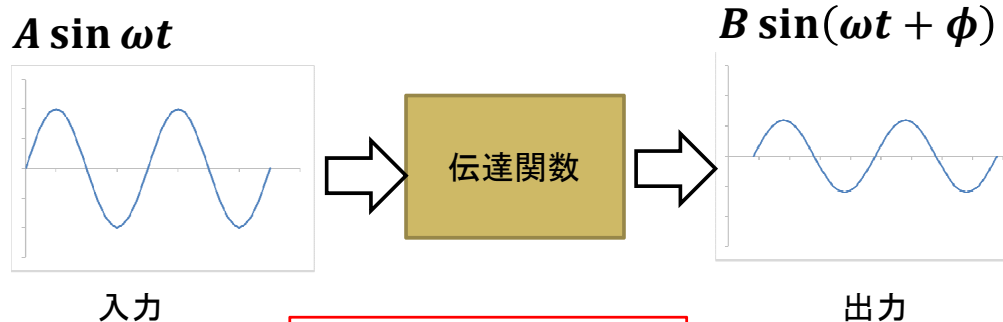
主事研究員 清野 多美子

構造解析ソフトウェアAdvance/FrontSTR ご紹介セミナー
2016年10月13日（木）
アドバンスソフト株式会社

周波数応答解析機能の紹介

周波数応答解析とは？

正弦波の入力に対する定常的な応答から、
線形的な振動特性を求める。



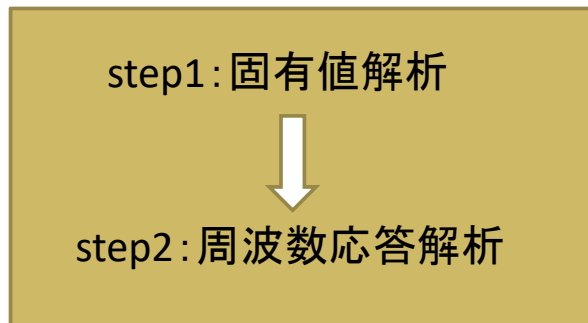
$$\begin{aligned} \text{ゲイン特性: } AR &= \frac{B}{A} \\ \text{位相特性: } PS &= \phi \end{aligned}$$

周波数特性

周波数応答解析の実行手順

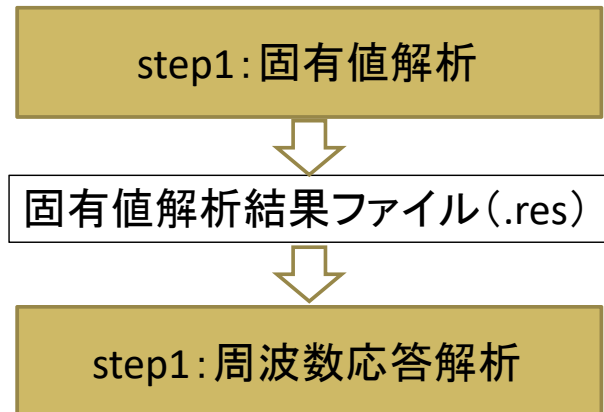
Advance/FrontSTRを用いた、モード合成法による2種類の実行方法

実行方法1



※stepは解析STEP (ISTEP)を意味します。

実行方法2



標準的には実行方法1を使用。実行方法2は以下の様な場合に有効的です。

- ✓ 同じモデルに複数の条件で周波数応答解析をする場合
- ✓ 固有値解析に時間がかかる大規模問題

周波数応答解析の入力ファイル

実行方法1の入力ファイル(一部抜粋)

```

!SOLUTION, TYPE=STEADY_STATE_DYNAMICS

### Step 1
!STEP
BOUNDARY, 1
!EIGEN
10
#
### Step 2
!STEP
BOUNDARY, 1
LOAD, 2
!STEADY STATE DYNAMICS, FREQUENCY SCALE=LINEAR
500, 1000, 5, 2.0
!MODAL DAMPING, TYPE=DIRECT
1,10,0.01
  
```

STEP1: 固有値解析

STEP2: 周波数応答解析

周波数応答解析の入力ファイル

実行方法2の入力ファイル(一部抜粋)

予め固有値解析を実行



```
!SOLUTION, TYPE=STEADY_STATE_DYNAMICS

### Step 1
!STEP
BOUNDARY, 1
LOAD, 2
!STEADY STATE DYNAMICS, FREQUENCY SCALE=LINEAR
500, 1000, 5, 2.0
../eigen/onsa_e
!MODAL DAMPING, TYPE=DIRECT
1,10,0.01
```

STEP1: 周波数応答解析

初めにonsa_e.0.x.resファイルを読み込みます。

モード減衰比の使用

```
!SOLUTION, TYPE=STEADY_STATE_DYNAMICS

### Step 1
!STEP
BOUNDARY, 1
!EIGEN
10
#
### Step 2
!STEP
BOUNDARY, 1
LOAD, 2
!STEADY STATE DYNAMICS
500, 1000, 5, 2.0
!MODAL DAMPING, TYPE=DIRECT
1,10,0.01
```

モード番号1～10にモード減衰比0.01を適用する

周波数応答解析の入力ファイル

使用できる入力荷重

- !CLOAD (集中荷重)
- !DLOAD (分布荷重:要素面への圧力、要素への体積力、重力加速度)

✓ 加速度は要素グループへのGRAV入力で使用可能です。

周波数応答解析の出力データ

$$\text{伝達関数: } G(f) = \underbrace{G_{real}}_{\text{実部}} + i \underbrace{G_{imag}}_{\text{虚部}}$$

$$\text{ゲイン: 振幅} = \sqrt{G_{real}^2 + G_{imag}^2}$$

$$\text{位相: } PS = \tan^{-1} \left(\frac{G_{imag}}{G_{real}} \right)$$

周波数応答解析の出力データ

- 結果ファイル: 文件名.0.x.res
- 可視化用AVSファイル: 文件名_psf.xxxx.inp



Advance/FrontNoiseを用いた
構造音響連成解析が可能

- ✓ 変位、速度、加速度、応力、ひずみ、節点反力について、実部と虚部をそれぞれ出力
- ✓ xおよびxxxxにはファイル番号が入ります。固有値解析と周波数応答解析の結果は連続した番号で出力されます。

※応力、ひずみ、反力はすべての点が最大振幅になった時の形状で算出されます。

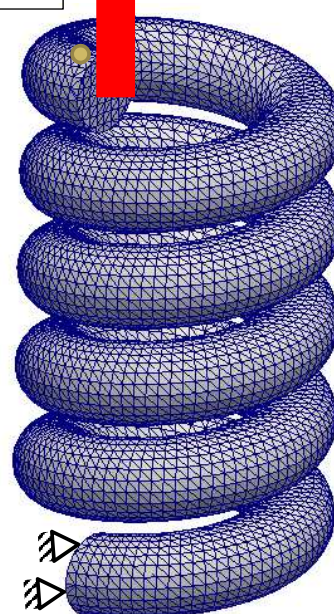
解析例1:ばねの周波数応答解析

解析条件

要素タイプ:テトラ2次要素
固有モード数:5
モード減衰係数:0.04

応答観測点

荷重



節点数 : 78,771
要素数 : 46,454



解析例1：ばねの周波数応答解析

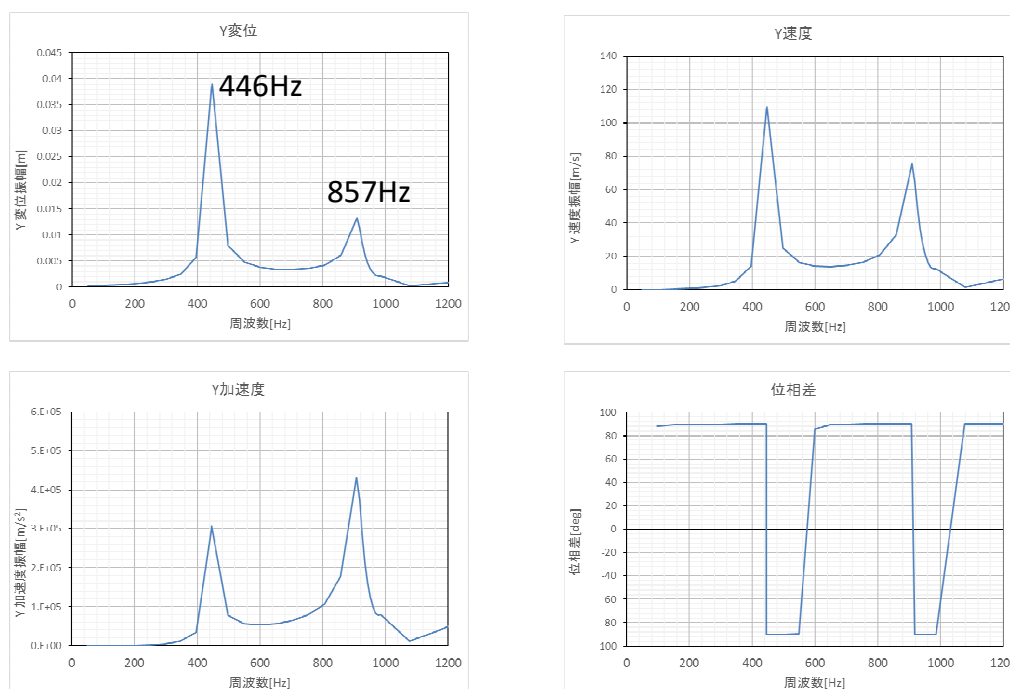
解析条件：材料物性

		材料1	材料2
ヤング率	[GPa]	210	110
ポアソン比	[-]	0.3	0.38
密度	[kg/m ³]	8010	8800

➔ 形状が同じであるため、固有振動数は概ね $\sqrt{\frac{E}{M}}$ に比例して変化する。

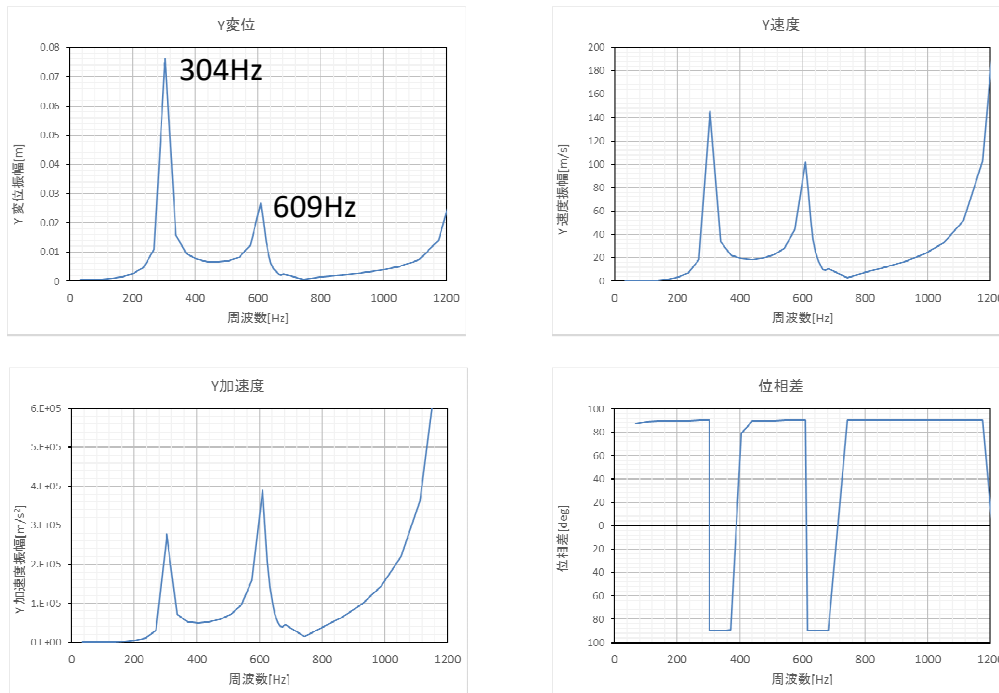
解析例1：ばねの周波数応答解析

解析結果：周波数特性(振幅、位相差)、材料1



解析例1:ばねの周波数応答解析

解析結果:周波数特性(振幅、位相差)、材料2



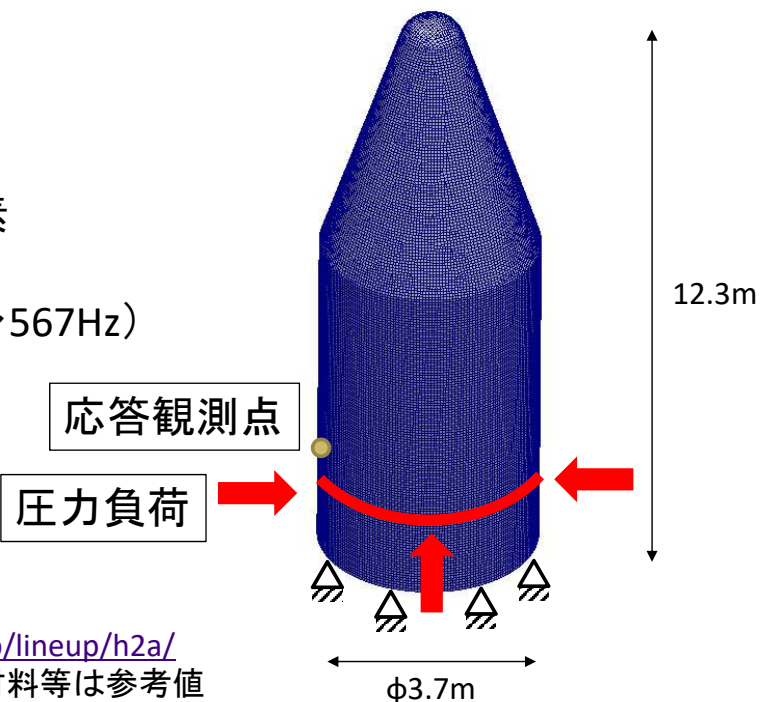
解析例2:ロケットフェアリング様形状の周波数応答解析

解析条件

材料物性:アルミ合金
 要素タイプ:シェル要素
 板厚:50mm
 固有モード数:300(0~567Hz)
 モード減衰係数:0.06

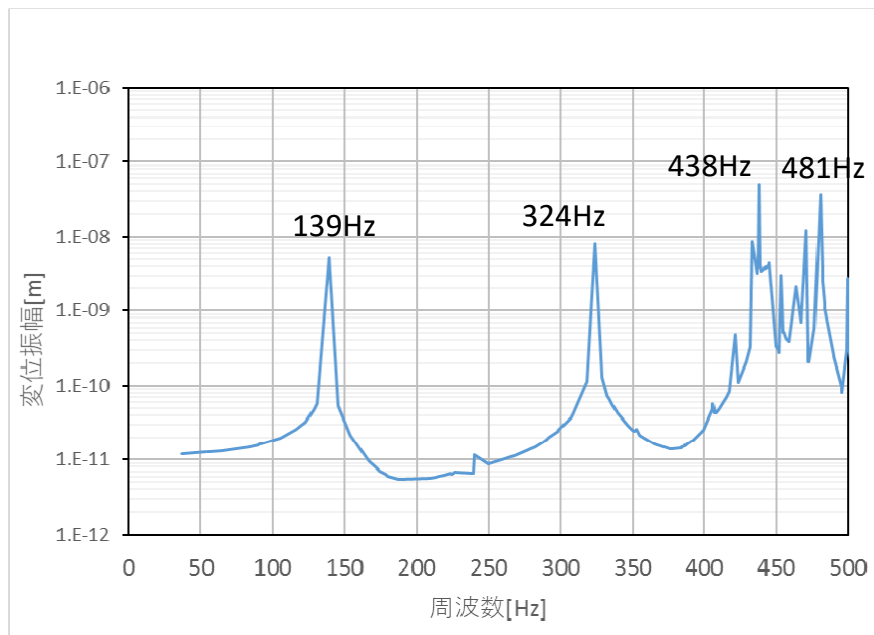
節点数 : 39,657
 シェル要素数 : 39,628

※寸法参照:<http://h2a.mhi.co.jp/lineup/h2a/>
 H2Aロケット Model4S 板厚、材料等は参考値



解析例2: ロケットフェアリング様形状の 周波数応答解析

解析結果: 変位振幅グラフ

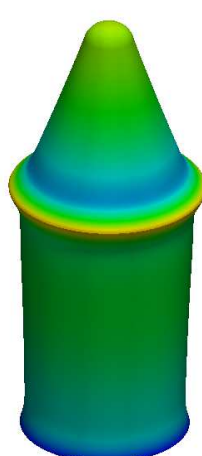


解析例2: ロケットフェアリング様形状の 周波数応答解析

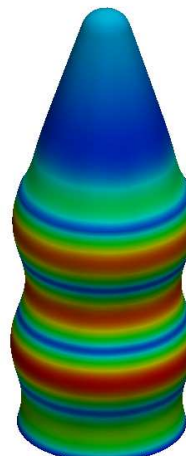
解析結果: 共振していると考えられる固有モード変形図



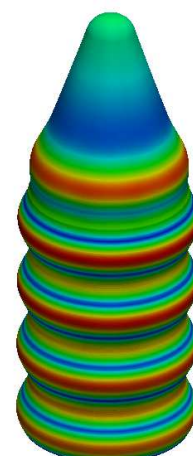
No.28
139Hz



No.106
324Hz



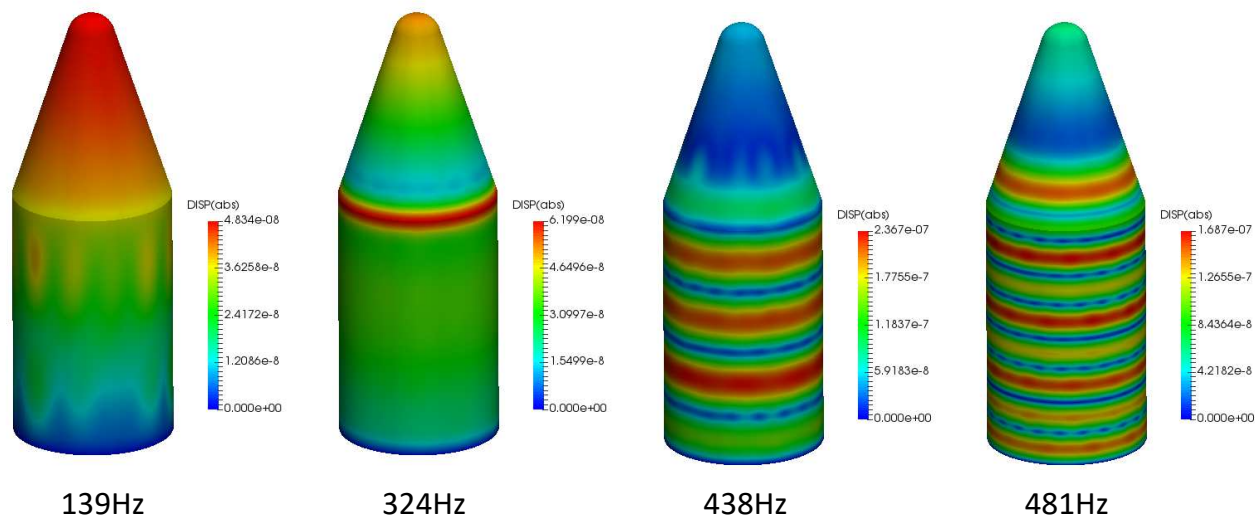
No.190
438Hz



No.227
481Hz

解析例2: ロケットフェアリング様形状の 周波数応答解析

解析結果: 振幅分布図



まとめ

- Advance/FrontSTRを用いた周波数応答解析の実行手順を紹介した。
- Advance/FrontSTRを用いた周波数応答解析の事例を紹介した。

構造解析ソフトウェアAdvance/FrontSTRを 活用した構造音響解析事例 (船内騒音解析)

第1事業部 加藤 国男

構造解析ソフトウェアAdvance/FrontSTRご紹介セミナー
2016年10月13日 (木)
アドバンスソフト株式会社

目次

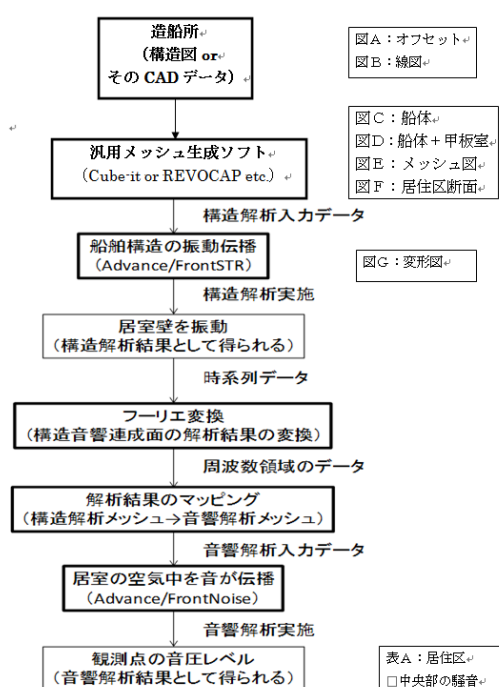
- 1.背景
- 2.全体の流れ
- 3.処理詳細
- 4.騒音レベル
- 5.弊社の「船内騒音シミュレーション」サービス

1.背景

- IMO(International Maritime Organization)では、船員の健康保持のため、船内騒音コードを設定し、船舶の機関区域等にて発生する騒音レベルを一定以下に抑えることを奨励しています。
- 海上人命安全条約(SOLAS条約)が改正され、2014年7月1日より、船内騒音コード厳守を義務化されました。総トン数1600トン以上の船舶に適用することになります。
- 弊社では、船内騒音コードをクリアしているかどうか、Advance/FrontSTRおよびAdvance/FrontNoiseを用いて解析し、指定した居住区等の騒音レベルを算出するサービスをしております。また、騒音レベルが基準を超えている場合には、対策(構造を補強する、居住区の内装を変更する等)を提案し、再度シミュレーション解析して確認する業務もしております。

2.全体の流れ

主機振動による居住区の騒音解析



3.処理詳細

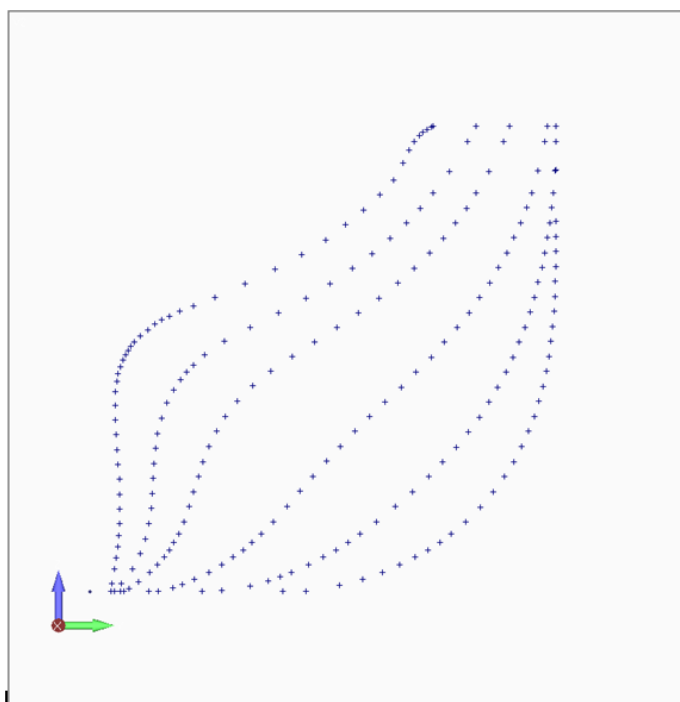


図 A □オフセット

オフセット

船体の長さ方向の断面図の寸法(幅:Y, 高さ:Z)を読み取った点列です。

長さ方向の位置(X)をStation位置と言います。

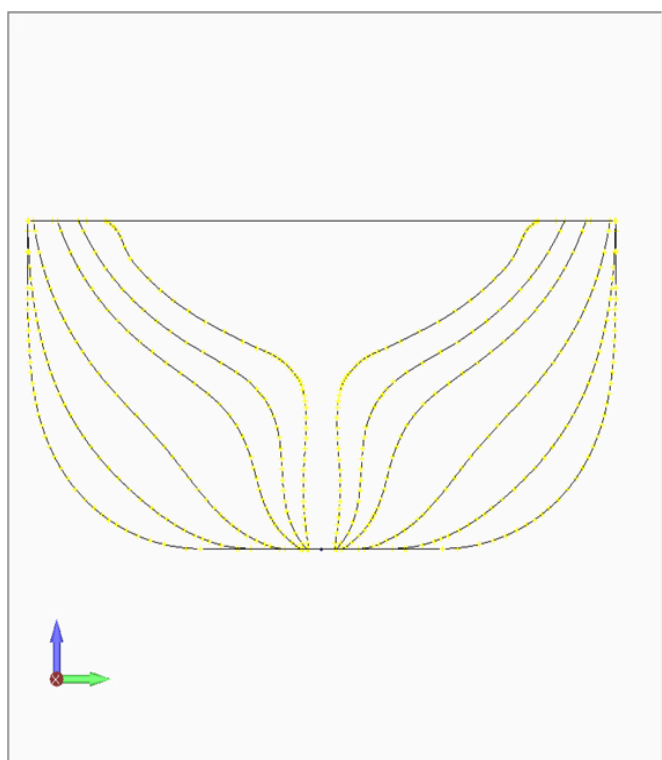


図 B □線図 (船尾側)

線図

図 A オフセットの各点を断面ごとにフェアなカーブで結んだ図です。船尾側と船首側があります。

今回の騒音解析では機関室の主機の音が各居住区にどのような騒音をもたらすかシミュレーションするものなので、船尾側のみで十分です。

Surface

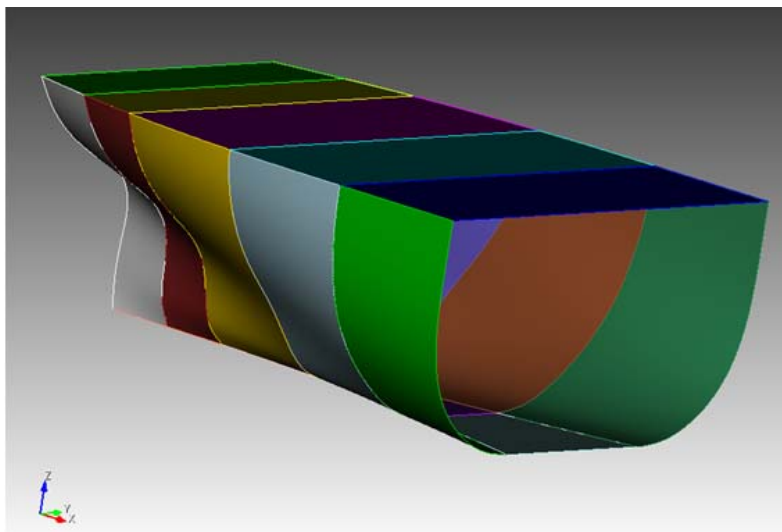


図 C Surface(船体)

線図(Body Line)と上甲板(Upper Deck)または船底(Bottom Line)で囲まれた面を作成します。面は4本のカーブで定義されます。

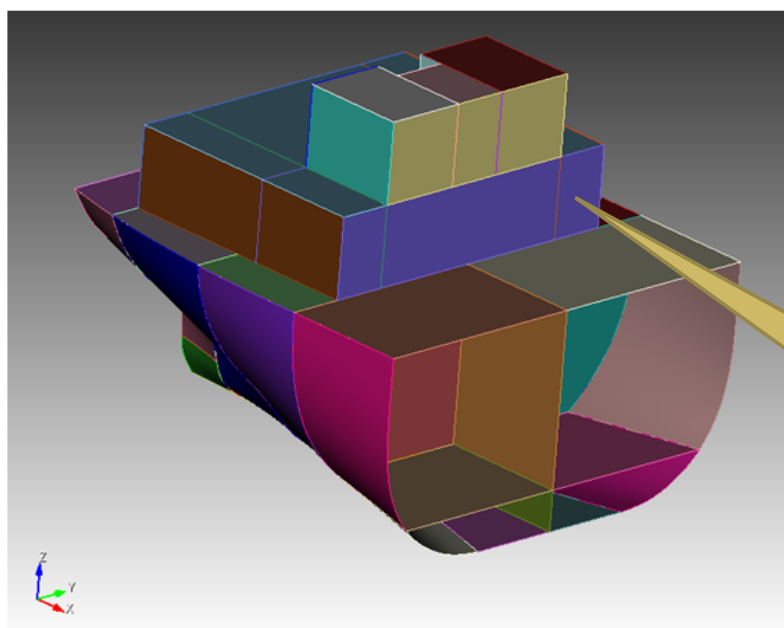
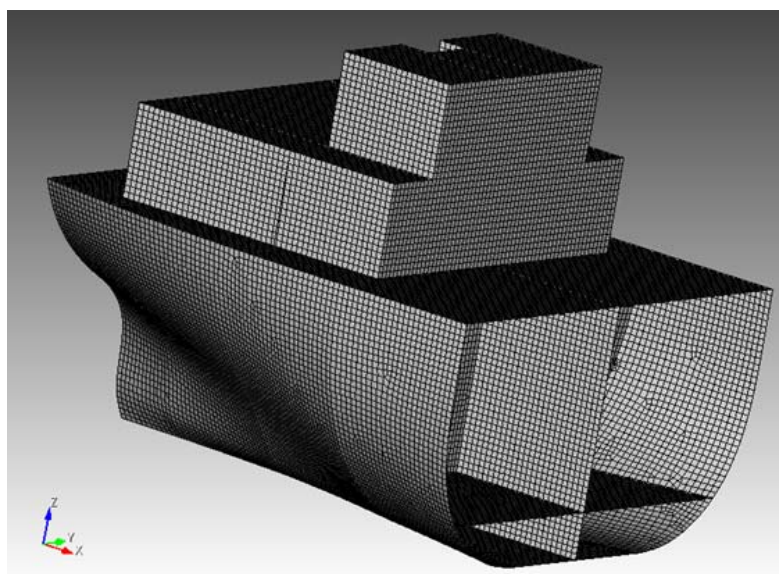


図 D Surface(船体+甲板室)

Surface(船体と甲板室)

隔壁・二重底・上甲板・上部構造の甲板室を点・線で定義し決定します。

この部分の中央での騒音レベルを計算



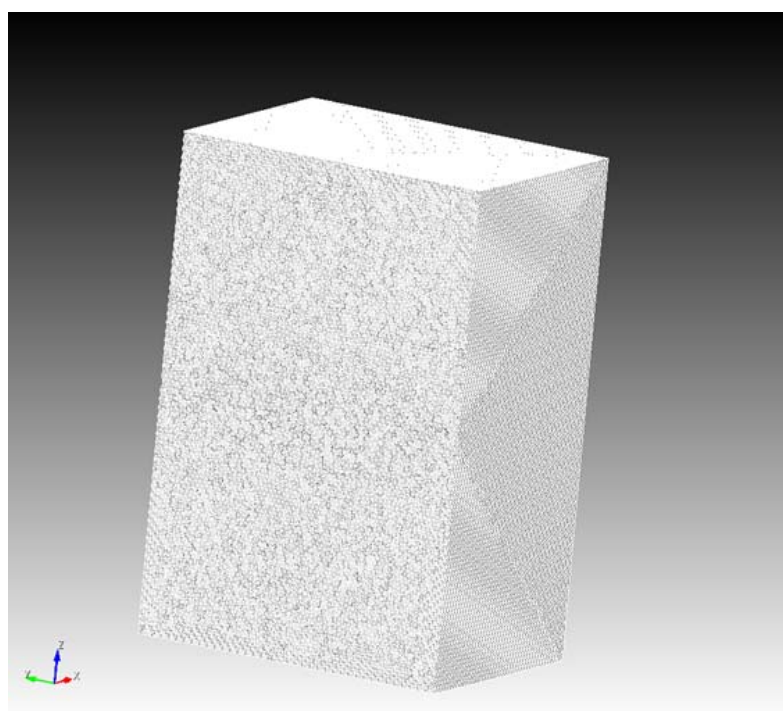
メッシュ図

Cube-it(Size=200mm)
でシェル要素メッシュ
作成。

Node数: 38,819

Element数: 38,973

図 E-メッシュ図 (船体+甲板室)



メッシュ図(居住区)

Cube-it(Size=20mm)四
面体要素でメッシュ作
成。音響解析のため、
メッシュ増分=1.0とし
たので膨大なデータ
になった。

Node数: 1,017,008

Element数: 5,981,161

図 F-メッシュ図 (居住区断面)

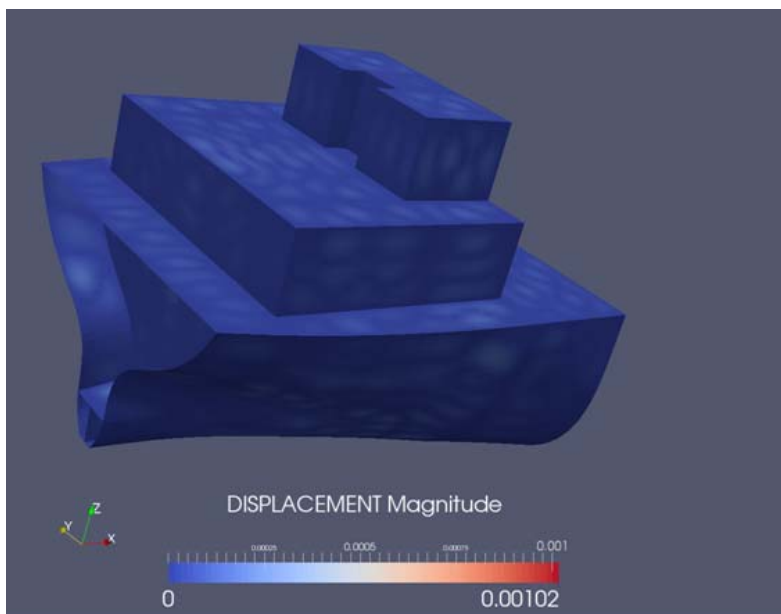
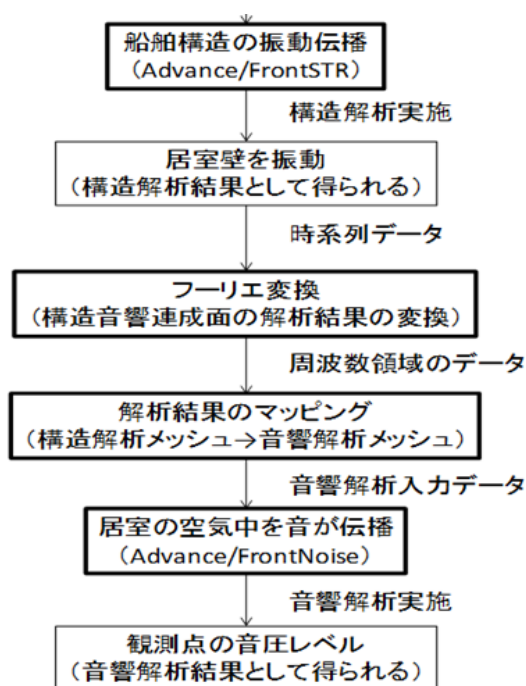


図 G□変形図

変形図

Advance/FrontSTR
で固有値解析の
計算結果
変位量は最大で
0.001mである。
最大値は機関室
のEngine Girder上
に発生している。



居室壁の振動

居住区の壁はその構造により独自の固有値があります。機関室の主機の周波数振動で壁は固有値に基づき振動します。

フーリエ変換

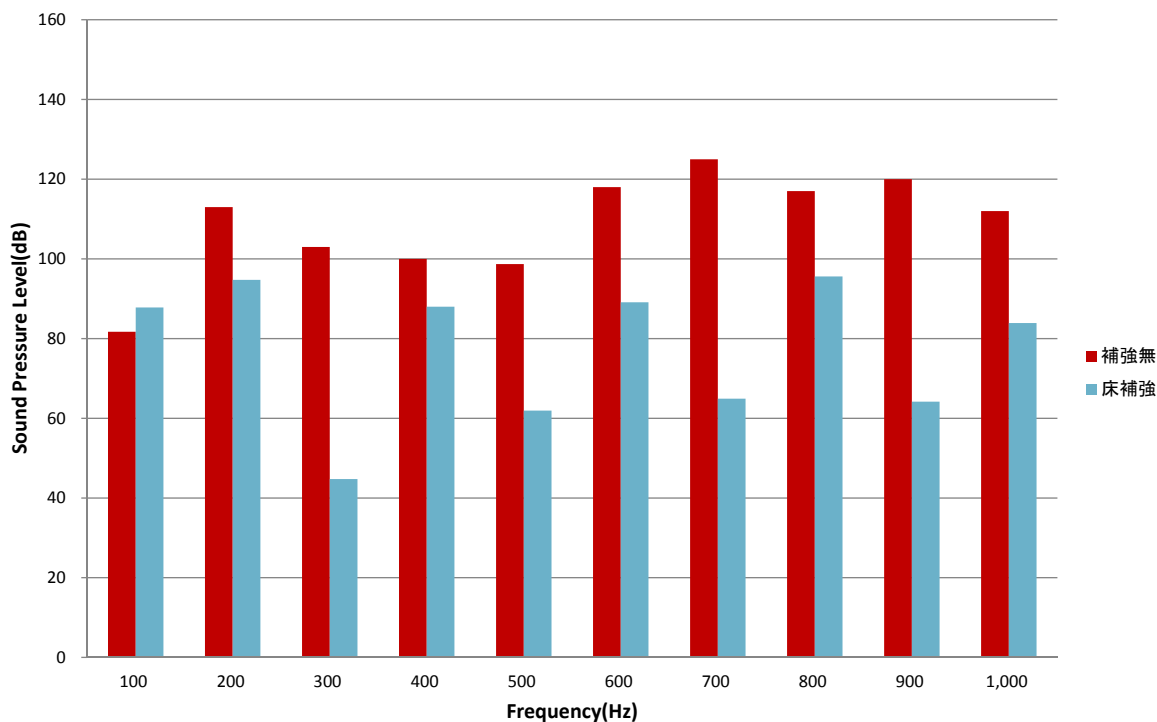
壁の音響連成面の振動結果を周波数領域のデータに変換します。

マッピング

構造解析の壁メッシュと居住区の壁メッシュと異なる寸法をマッピングします。

居室の空気中を音が伝播
居室の壁の振動により音波が室内を伝播していきます。指定点の音圧(dB)を計算します。

居室中央部における音圧レベル



4.騒音レベル

表 1 最大許容騒音レベル (A 特性重み付け等価騒音レベル)

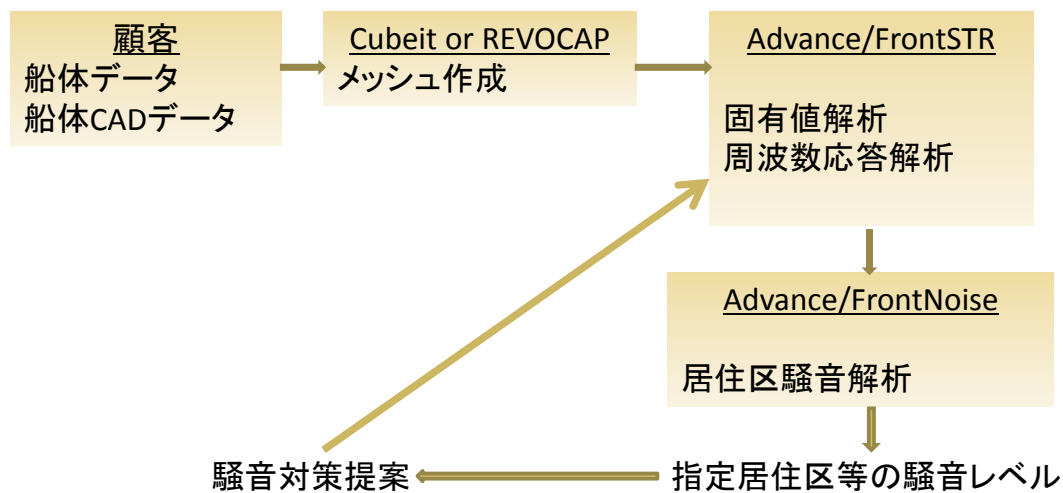
区域	改正コード		現行コード Res.A.468(XII)
	1,600GT 以上 10,000GT 未満	10,000GT 以上	
- 作業区域			
機関区域 ^(注1)	110	110	110
機関制御室	75	75	75
機関室区域外の工作室	85	85	85
特に規定されていない作業区域 (その他の作業場所) ^(注2)	85	85	90
- 航海業務に充当する区域			
船橋及び海図室	65	65	65
船橋ウイング及び窓を含む監視場所 ^(注3)	70	70	70
無線室(無線機器は作動状態であるが、音が発生していない状態)	60	60	60
レーダー室	65	65	65
- 居住区域			
居室および病院	60	55	60
公室	65	60	65
娯楽室	65	60	65
娯楽用の開放区域	75	75	75
事務室	65	60	65
- 業務区域			
調理室 (調理器具が使用されていない状態)	75	75	75
配膳室	75	75	75
- 通常無人状態の区域			
3.14に規定されている通常人員がいない区域	90	90	90

注 1 : 機関区域内にある「工作室」は機関区域とする。

注 2 : 原文「Examples are open deck workspaces that are not machinery spaces, and open deck workspaces where communication is relevant.」

注 3 : 原文「[Look-out posts, incl. navigation bridge wings and windows]」

5. 弊社の「船内騒音シミュレーション」サービス



構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTRの プリポストプロセッサ Advance/REVOCAPの紹介

第1事業部 徳永 健一

構造解析ソフトウェアAdvance/FrontSTRご紹介セミナー
2016年10月13日（木）
アドバンスソフト株式会社

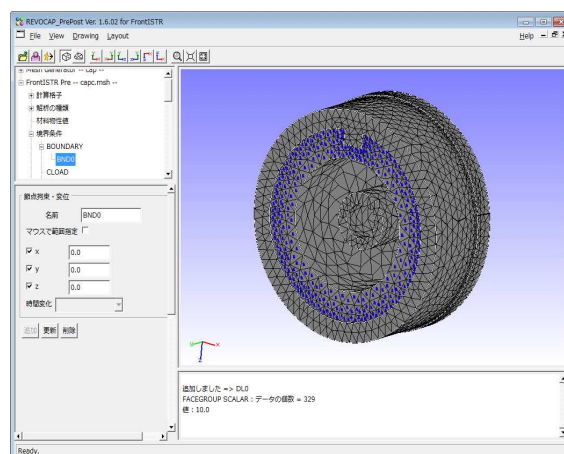
Advance/REVOCAP とは

有限要素法、有限体積法を用いた構造解析ソフト及び流体解析ソフトのための汎用プリポストプロセッサです。

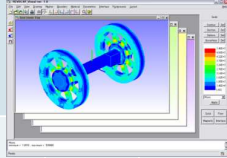
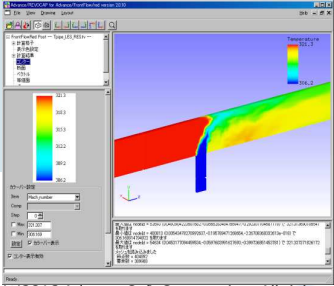
特にAdvance/FrontFlow/redとAdvance/FrontSTRの専用の入力GUIを備え、解析者の手間を削減します。

その他、Advance/FrontFlow/MP、Advance/FrontFlow/FOCUSおよびAdvance/FrontNoise に対応しています。

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」プロジェクトで開発された、連成解析用のプリポストプロセッサ REVOCAP_Visual、および文部科学省次世代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」で開発されたREVOCAP_PrePostをアドバンスソフトが機能を拡張して商品化したものです。



Advance/REVOCAPの開発経緯

	2005～2007	2008～2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
革新PJ REVOCAP_Mesh REVOCAP_Visual	→ 連成解析用 プレポストプロセッサ								
イノベーションPJ REVOCAP_PrePost		→ 大規模アセンブリ構造対応 プレポストプロセッサ							
アドバンス版 Advance/REVOCAP		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
		2009年 7月 V2.0 FFr	2010年 7月 V2.2 FSTR	2012年 7月 V3.0 FFr/FSTR	2012年 12月 V3.1 FSTR シェル	2014年 2月 V3.2 FFr FOCUS Noise	2015年 9月 V4.0 FFr MP FSTR	2016年 10月 V4.1 FFr FSTR Noise	2017年 10月 V5

V5.0リリースは予定です。

Advance/REVOCAP for FrontSTRの基本機能

メッシュ生成機能

STL、IGES、STEP、OFF形式の形状データファイルから四面体要素を自動生成します。

境界条件設定機能

拘束(局所座標系)、荷重、体積力、多点拘束、接触など
シェル、混在自由度

Advance/FrontFlow/redとの連成解析設定

材料物性値の編集と設定

簡易材料データベース

非線形材料(塑性、超弾性、粘弾性)に対応したパラメータ入力

解析条件設定機能

線形ソルバ、出力、並列等の設定

ステップ解析設定機能(過渡応答解析、周波数応答解析)

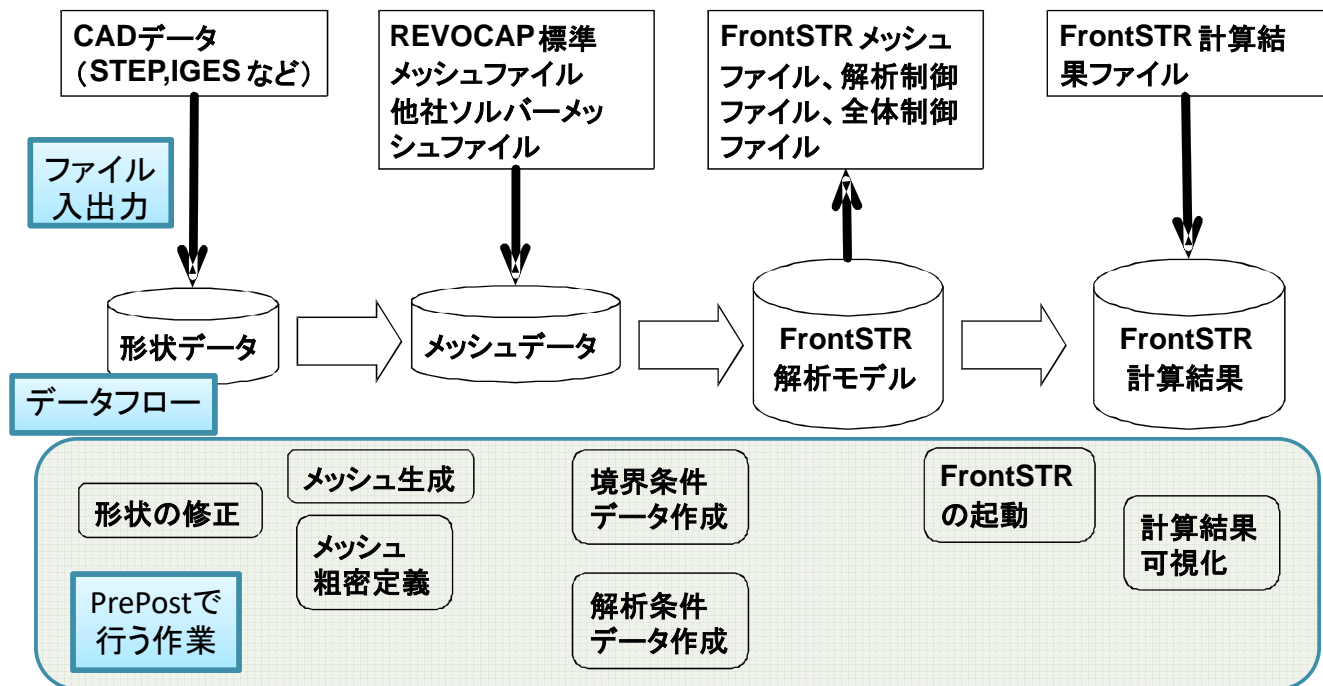
ポスト処理

カラーコンター、変形、断面

アニメーション作成支援

混在自由度モデルの可視化

Advance/REVOCAPを使って解析を行う手順

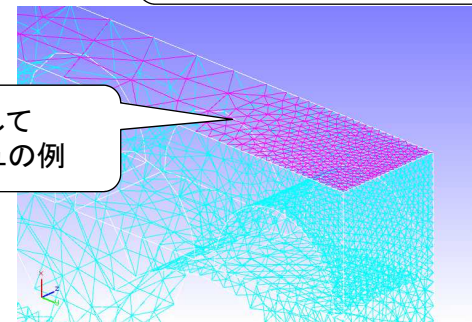
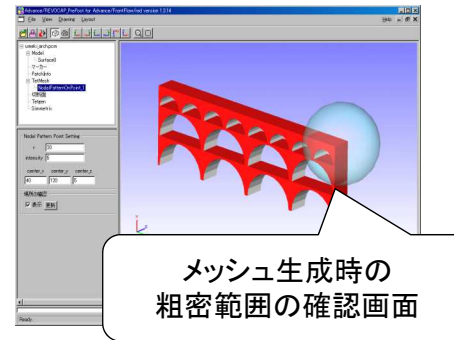


Advance/REVOCAPのメッシュ生成機能(1)

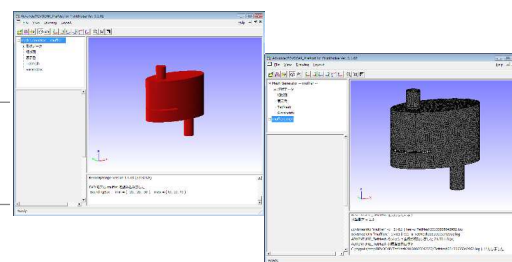
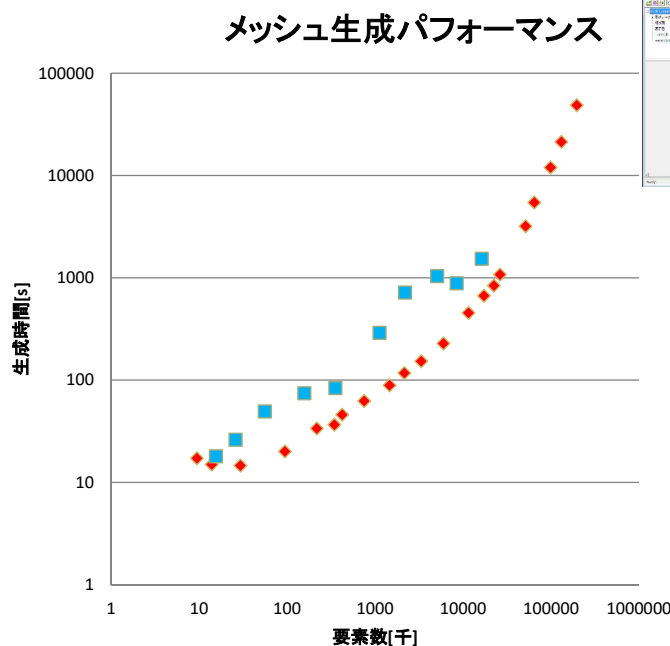
- 形状データ(IGES、STEP、STL、OFF)から自動的に四面体メッシュを生成します。
- 手順
 1. モデルデータの読み込み
 2. モデルの修正
 3. メッシュ生成パラメータの設定
 4. メッシュ生成
- メッシュ生成エンジン
 - ADVENTURE_TetMesh
 - Simmetrix

Advance/REVOCAPのメッシュ生成機能(2)

- 粗密制御機能
 - 四面体自動生成の際の要素の大きさの粗密を与えます。
 - 形状の近傍を細かくします。
 - 物理量の変化が大きいところを細かくします。
- 粗密制御の方法
 - 場所の指定
 - ある点の周り(球の内部)
 - ある線分の周り(円柱の内部)
 - 倍率の指定
 - 周りの要素に対する倍率



Advance/REVOCAPのメッシュ生成機能(3)

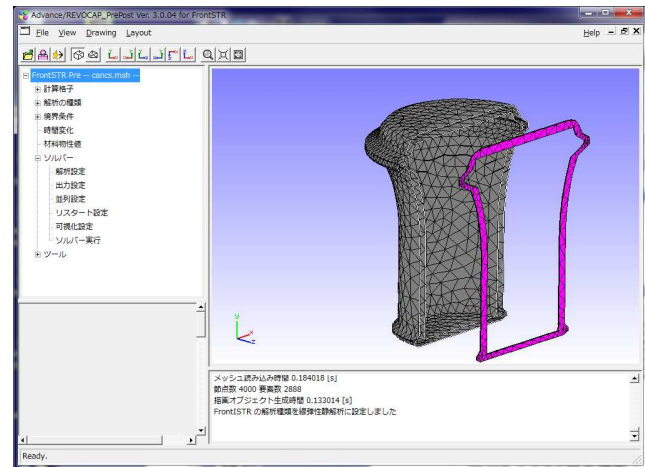


8分で100万要素、
最大1.9億要素のメッシュを
PCで生成可能

Windows7 64bit Core i7 3.6GHz 16GB
/ 3.2GHz 64GB (7000万要素以上)

Advance/FRONTSTRの解析モデル作成(1)

- 解析モデルの読み込み
 - Advance/REVOCAPで生成したメッシュ以外に、他社製ソルバーの解析モデルについても読み込みに対応
 - 四面体、六面体、三角柱および混合要素に対応
- モデル操作インターフェイス
 - モデルを面ごとにマウスでドラッグ可能
 - 境界条件を与える面を直観的に操作できる



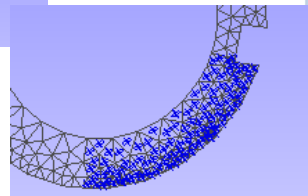
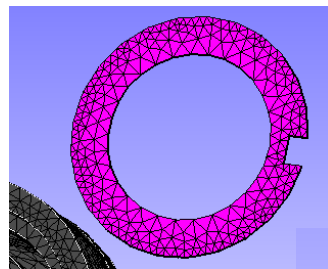
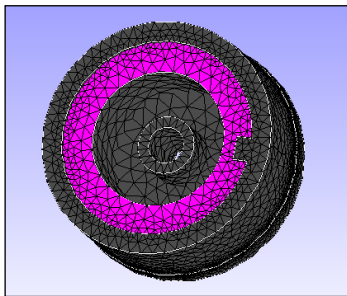
Advance/FRONTSTRの解析モデル作成(2)

- 解析の種類を選択
 - 静解析、固有値解析、熱解析、動解析、モード応答解析、周波数応答解析から選択
 - 解析ごとに定義できる境界条件が変化します。
- それぞれの解析に関する固有の設定を行います
- 解析ごとのステップの設定を行います
 - ステップごとに有効とする非線形解析の反復回数を指定することができます。
 - ステップごとの有効な境界条件の設定は境界条件の定義後に行います。



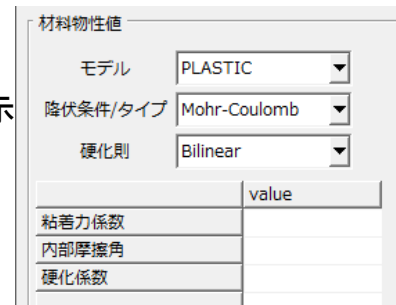
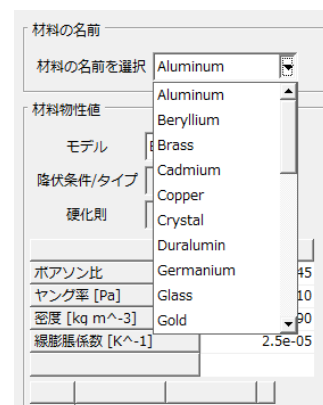
Advance/FrontSTRの解析モデル作成(3)

- 境界条件の設定解析
 - 設定項目は行う解析ごとにツリー状に整理されています
- 拘束条件、荷重条件の設定
 - 3D画面上でマウスで選択した面に境界条件を与えます
 - 3D画面上で面をドラッグして、その一部分をマウスで選択して与えることもできます



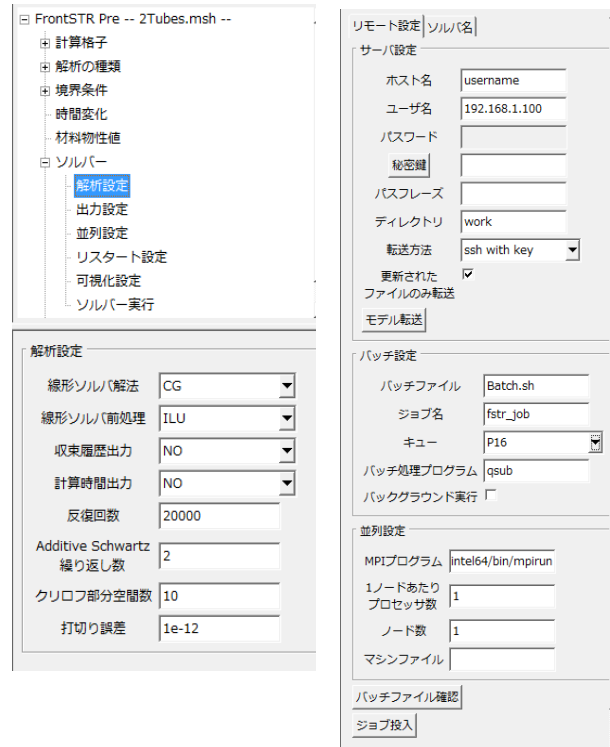
Advance/FrontSTRの解析モデル作成(4)

- 材料物性値の設定方法
 - ① 材料データベースの編集
 - ② 領域への割り当て
- 材料データベース
 - 弾性静解析ならそのまま利用可能
 - 独自のデータを追加可能
 - Excel でデータベースの編集可能
- 材料データベースの編集
 - 材料モデルに必要なパラメータだけを表示
- 領域への割り当て
 - 3D画面上で直観的に確認しながら



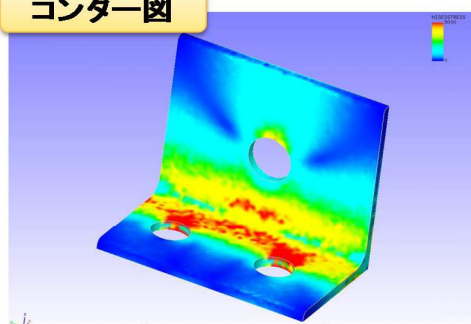
Advance/FrontSTRの解析モデル作成(5)

- 解析条件設定
 - 線形ソルバーのパラメータ設定
 - 並列解析のパラメータ設定
- 並列計算機上のスクリプト生成
 - 計算機環境に応じたバッチスクリプトを自動生成
 - 標準的なPBS環境、システムに応じたカスタマイズ可能
- 並列計算機へファイル転送機能
 - 解析モデルとスクリプトを転送してジョブを投入するところまで自動化



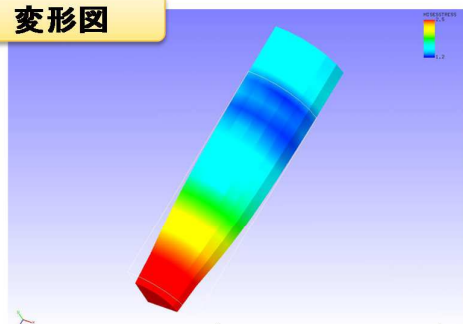
Advance/FrontSTRの計算結果可視化(1)

コンター図



ヒンジ部品のミーゼス応力

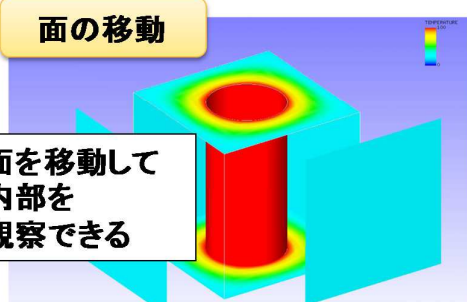
変形図



丸棒1/8モデルの変形・ミーゼス応力

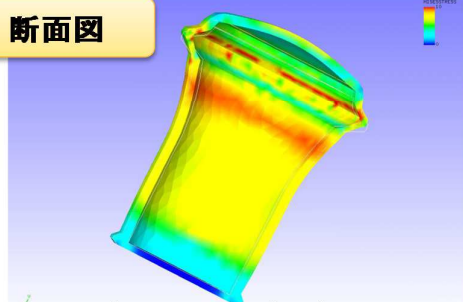
面の移動

面を移動して
内部を
観察できる



穴あきブロックの温度分布

断面図

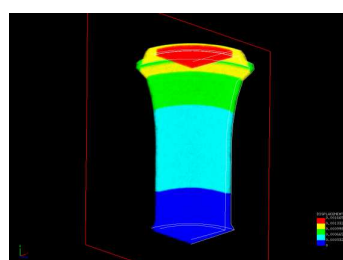
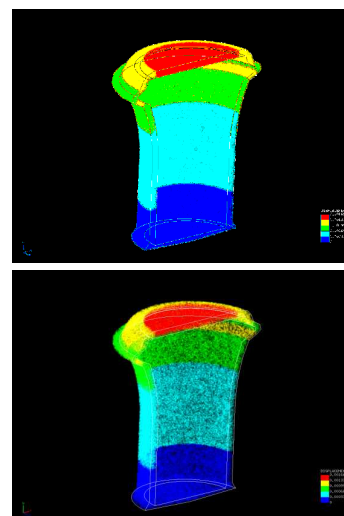


容器のミーゼス応力

Advance/FrontSTRの計算結果可視化(2)

連続体を不透明で自己発光する粒子群で表現する PBVR法を用いたボリュームレンダリング

- ポリゴンをレンダリングしないため、高速に描画可能
- レンダリングする粒子数は自由に制御できるので、大規模解析の概要を高速に描画することができる
- 断面を描画する場合も断面用のポリゴンを生成しないために即座に表示できる

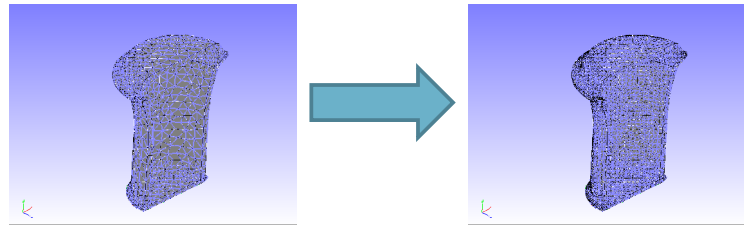


Advance/REVOCAPの基本情報

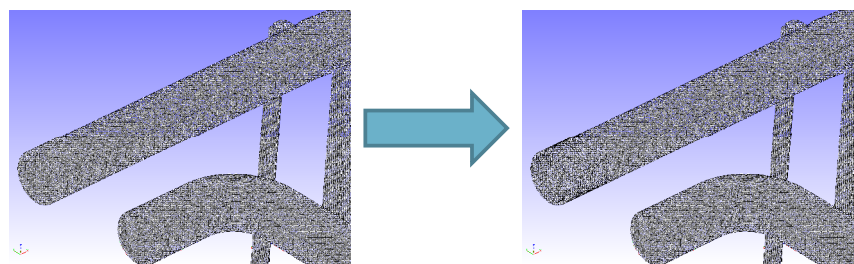
動作環境	Windows10(64bit)、Windows7(64bit)、その他の環境をご希望の場合はお問い合わせください
形状モデル読み込み	IGES(5.3)、STEP、STL、OFF(Object File Format)
メッシュ生成	四面体自動メッシュ生成、押し出しメッシュ生成、2次要素対応、粗密制御対応、外部メッシュ細分、解適合格子生成
計算格子読み込み	HECMW形式、その他各種のフォーマットに対応いたします。詳細はお問い合わせください 四面体、六面体、三角柱、四角錐、三角形(シェル)、四角形(シェル)、トラス
プリ処理	境界条件設定機能、解析条件設定機能、材料物性値簡易データベース機能、ステップ解析設定機能、メッシュ品質チェック機能
ポスト処理	カラーコンター、等値面、ベクトル、切断面、変形、アニメーション作成、ボリュームレンダリング、プログラマブルシェーダー
推奨PCスペック	メインメモリ2GB以上(1千万要素以上の大規模モデルを扱う場合は16GB以上を推奨します) 空きHDD500MB以上 ビデオメモリ256MB以上(大規模モデルを扱う場合は1GB以上)

Advance/REVOCAPに関連したツール(1)

- メッシュ細分化ツールREVOCAP_Refiner
 - 解析ソフトウェアに組み込んでFEMメッシュを細分化します。

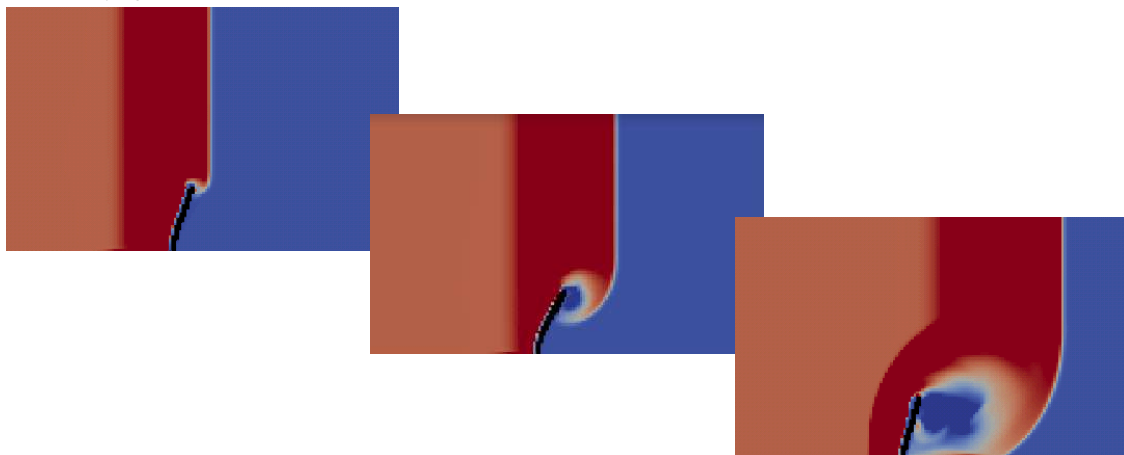


- 外部ツールとして実行する場合は、局所細分にも対応しています。



Advance/REVOCAPに関連したツール(2)

- 双方向連成解析エンジンREVOCAP_Legato
 - 非構造格子FEM(Advance/FrontSTR)と構造格子系の流体解析ソフトウェア(Advance/FrontFlow/FOCUS)の双方向連成解析を実現します。

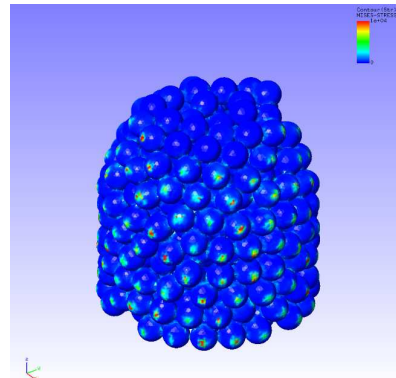
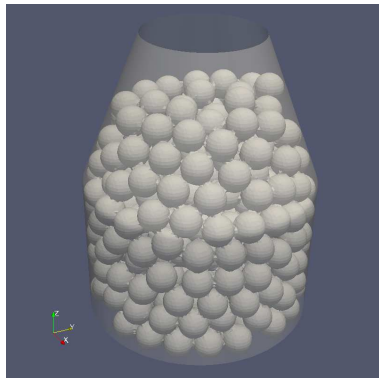


Advance/REVOCAPに関連したツール(3)

- 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に対応しました。



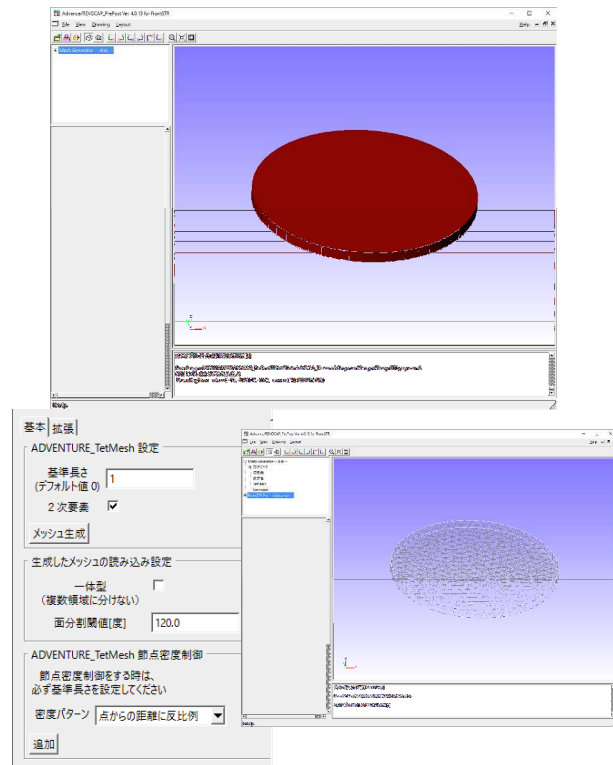
Advance/REVOCAPによる周波数応答解析の手順(1)

- ここでは周波数応答解析の解析モデルの作成を例に、REVOCAPの使い方を説明します。
- 解析の概要

解析の種類	周波数応答解析
要素タイプ	四面体2次要素(Advance/REVOCAPで作成)
材料物性	アルミニウム
境界条件	円板の側面の拘束 円板の1点を加振
形状ファイル	disk.stp
フォーマット	STEP形式

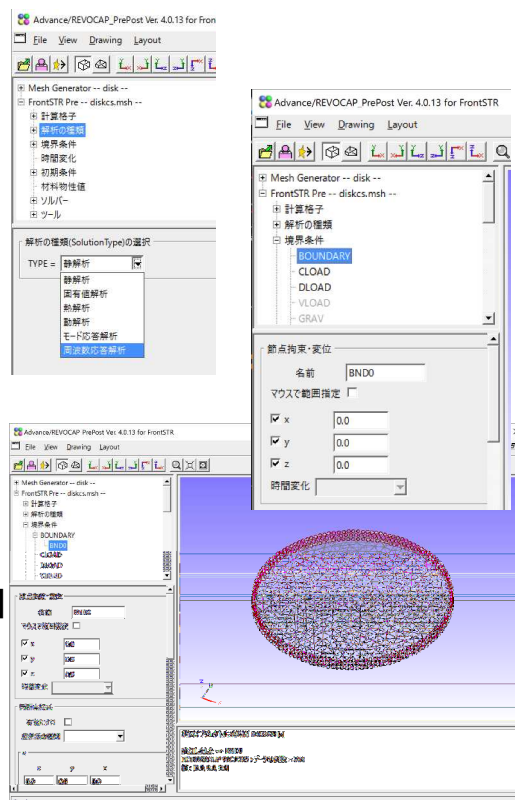
Advance/REVOCAPによる周波数応答解析の手順(2)

- CADファイル(STEP形式)を読み込みます。
- 四面体メッシュ生成のパラメータを設定します。
- 四面体メッシュを生成します。



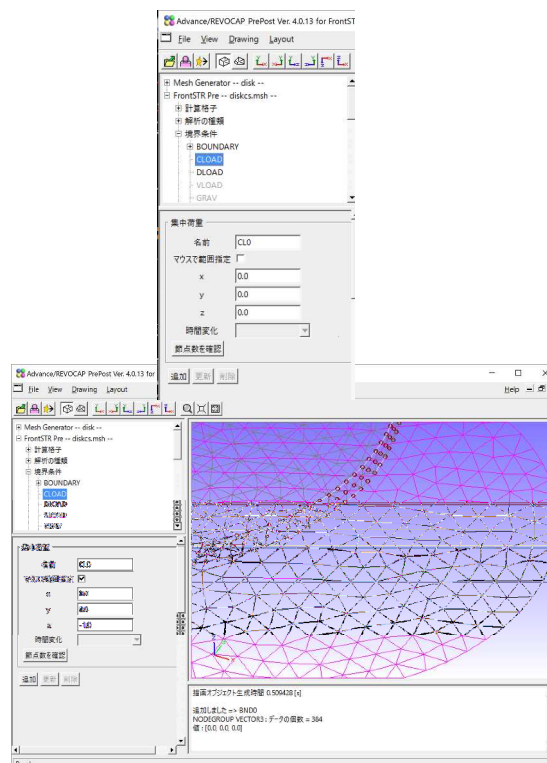
Advance/REVOCAPによる周波数応答解析の手順(3)

- 解析の種類の設定で、周波数応答解析を選択します。
- 節点拘束の条件を設定します。
- 円板の側面を選択して、追加ボタンを押して拘束条件を与えます。



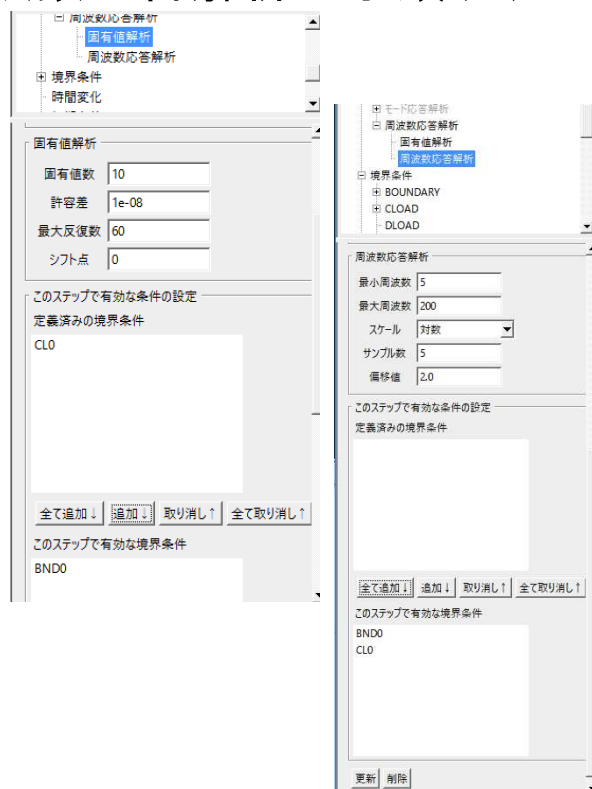
Advance/REVOCAPによる周波数応答解析の手順(4)

- 集中荷重条件を設定します。
- 荷重条件を与える節点をマウスで選択します。



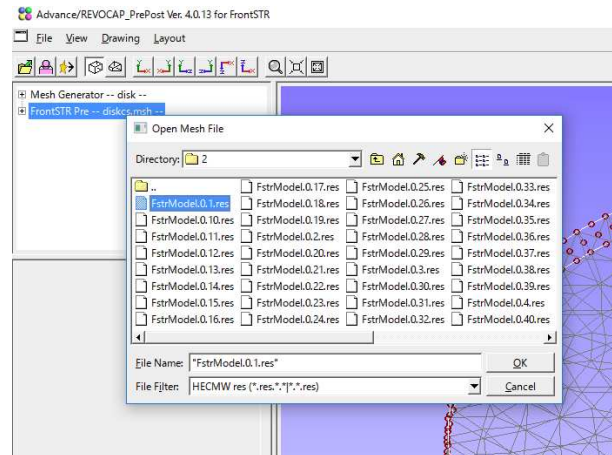
Advance/REVOCAPによる周波数応答解析の手順(5)

- 固有値解析の設定をします。計算する固有値の個数と有効にする境界条件(ここでは円板の側面の拘束)を与えます。
- 応答解析の設定をします。計算対象の周波数と、有効にする境界条件(ここでは側面の拘束と円盤の上の1点の集中荷重)を与えます。



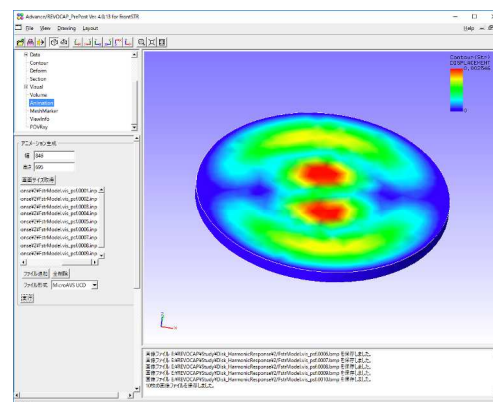
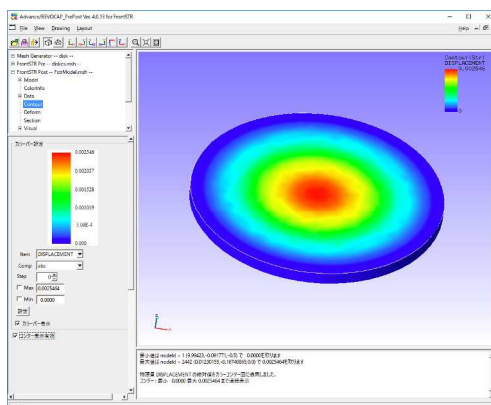
Advance/REVOCAPによる周波数応答解析の手順(7)

- 解析モデルを保存して、Advance/FrontSTRを実行します。
- 計算結果ファイルは固有値解析における固有振動数に対応するものと、応答解析における計算した周波数に対応するものがあります。それぞれで含まれている情報が異なることに注意します。



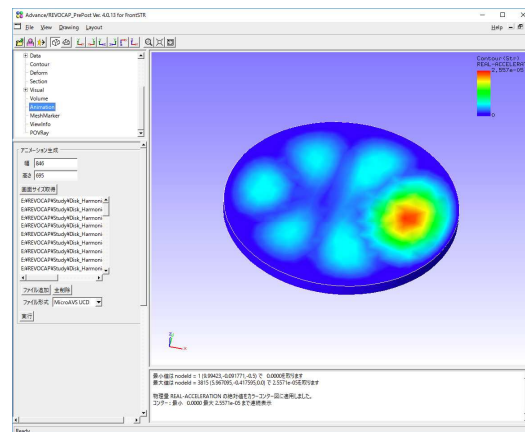
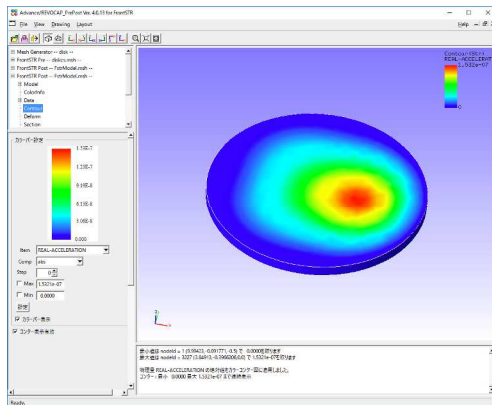
Advance/REVOCAPによる周波数応答解析の手順(8)

- 最初の1番目から10番目までのファイルが固有値解析の結果になる。固有振動モードを可視化する。



Advance/REVOCAPによる周波数応答解析の手順(9)

- 11番目から後のファイルが応答解析の結果になる。加速度の分布をカラー表示する。



Advance/REVOCAPによる周波数応答解析の手順(10)

- 固有振動の周波数の値や、応答の値を具体的に数値で知りたい場合は、Advance/FrontSTRが出力する0.log ファイルを参照します。

RESULT OF EIGEN VALUE ANALYSIS

NO.	EIGENVALUE	ANGL.FREQUENCY	FREQUENCY(HZ)
1	0.260800E+08	0.510686E+04	0.812782E+03
2	0.108333E+09	0.104083E+05	0.165654E+04
3	0.108699E+09	0.104259E+05	0.165933E+04
4	0.279381E+09	0.167147E+05	0.266022E+04
5	0.279714E+09	0.167246E+05	0.266181E+04
6	0.359453E+09	0.189593E+05	0.301746E+04
7	0.568950E+09	0.238527E+05	0.379627E+04
8	0.572720E+09	0.239316E+05	0.380883E+04
9	0.792198E+09	0.281460E+05	0.447958E+04
10	0.796736E+09	0.282265E+05	0.449239E+04

RESULT OF HARMONIC RESPONSE ANALYSIS

Frequency= 1656.5361744116162

Local Summary :Max/IdMax/IgMax/Min/IdMin/IgMin####

//U1	7.4531533054076671E-002	296	-7.4916608571377871E-002	122
//U2	3.3405208916769576E-002	670	-3.3633571230050556E-002	677
//U3	0.40131372076039123	1271	-0.40482611733932067	626

動作環境

✓ Advance/FrontSTR

対応OS

- ・ RedHat Enterprise Linux4 (64bit)以上
- ・ Windows 7 (32 bit, 64 bit 環境対応)

計算機: デスクトップPC、PCクラスタ

✓ Advance/REVOCAP for FrontSTR

対応OS

- ・ Windows 7、Windows 10(32 bit, 64 bit 環境対応)

✓ Cube-it FEA、Pro

対応OS

- ・ Windows Vista、Windows 7、Windows 10(32bit、64bit)
- ・ RedHat Enterprise Linux 64bit

✓ ParaView

対応OS

- ・ Windows 7、Windows 10(32bit、64bit環境対応)

※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



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です。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。

Advance/FrontSTR、Advance/REVOCAPは、東京大学生産技術研究所革新的シミュレーション研究センターが実施した文部科学省次世代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」プロジェクトおよび「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」プロジェクトの成果（ソフトウェア）をアドバンスソフト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。