

構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR を用いた連成解析事例

研究員 尾川 慎介

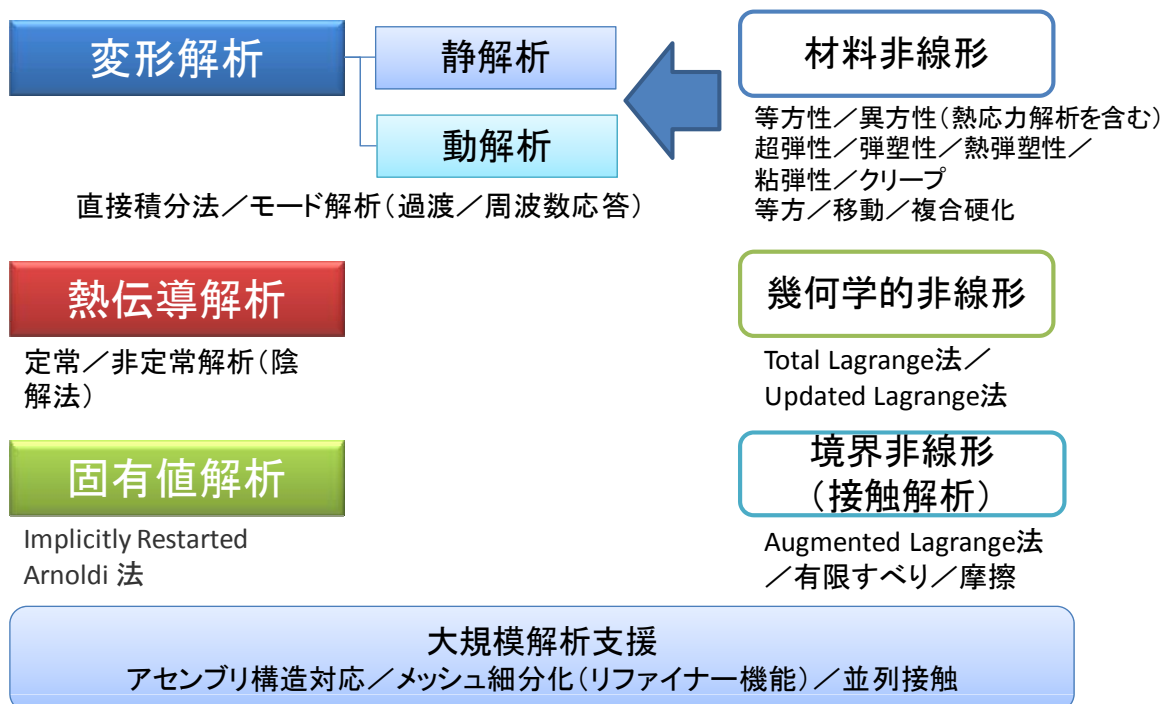
アドバンスソフトの連成解析セミナー
2015年5月15日（金）開催
アドバンスソフト株式会社

内容

- Advance/FrontSTR のご紹介
 - 解析機能
 - 大規模計算の性能
- 連成解析の事例紹介
 - 船舶居住区の騒音解析(構造音響 一方向弱連成)
 - 遮音試験のシミュレーション(構造音響 一方向弱連成)
 - マフラーの性能評価(構造音響 双方向強連成)
 - 衝撃圧解析(構造流体 一方向弱連成)

Advance/FrontSTR のご紹介

解析機能

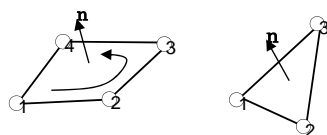
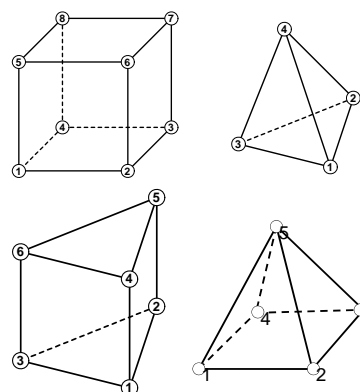


要素

- ソリッド
 - 六面体(2), 四面体(2), プリズム(2), ピラミッド(2)

- シェル
 - 三角形(2), 四辺形(2)

- 梁(3)
- トラス(3) など



※ 括弧内の数字は高次要素の最大次数

材料特性

- 弾性
- 弾塑性
 - 降伏関数 Mises, Mohr-Coulomb, Drucker-Prager
 - 硬化則 等方硬化、移動硬化、複合硬化
- 超弾性
 - 8種類のモデル
- 粘弾性
- 熱特性

- 異方性や温度依存性も考慮可能

境界条件

- 変位
- 荷重(集中・分布)
- 速度
- 加速度
- ばね (弾性拘束)
- ダッシュポット (粘性拘束)
- 接触
- 温度
- 熱流束(集中・分布)
- 熱伝達
- 輻射

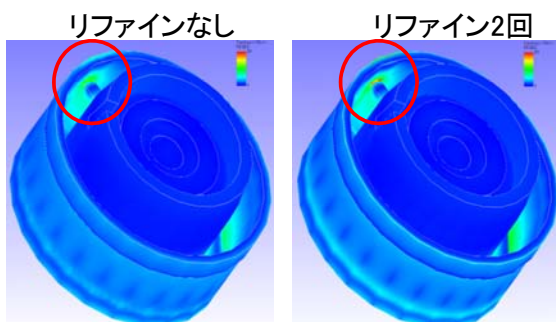
大規模計算の並列性能

解析対象

静応力解析(四面体二次要素)

リファイン	要素数	節点数
なし	684,807	1,008,911
1回	5,478,456	7,707,758
2回	43,827,648	60,089,084

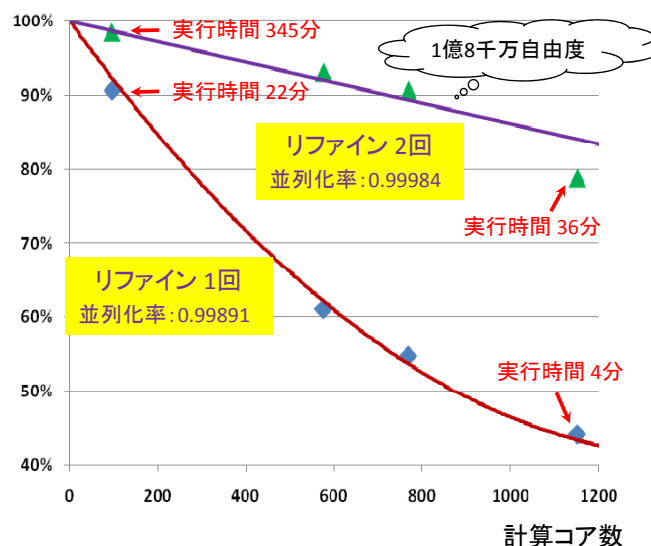
解析結果(ミーゼス応力分布)



使用計算機

計算科学振興財団さま FOCUSスパコン

並列化効率($T_1/(n \times T_n)$) ◆ ▲ : 計測 - - : 近似

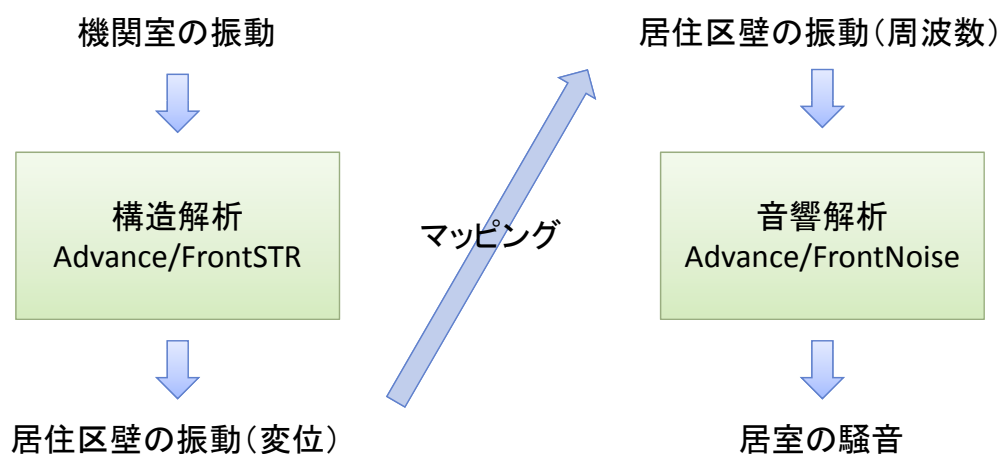


事例紹介

船舶居住区の騒音解析 (構造音響 一方向弱連成)

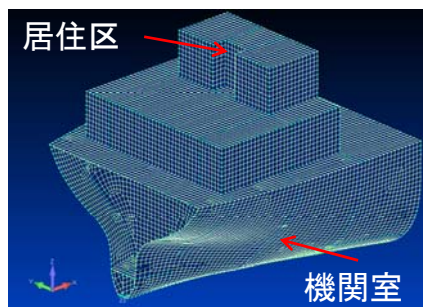
解析の流れ

- 機関室の振動が引き起こす居住区の騒音の解析
 - 居住区における騒音を一定レベル以下へ(規約改定)



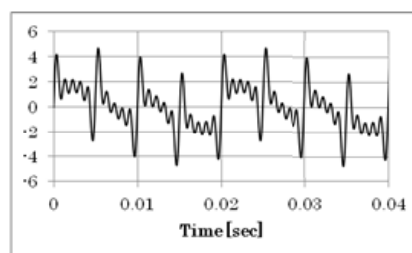
構造解析の条件

要素タイプ	四辺形1次要素
節点数	16,596
要素数	16,862



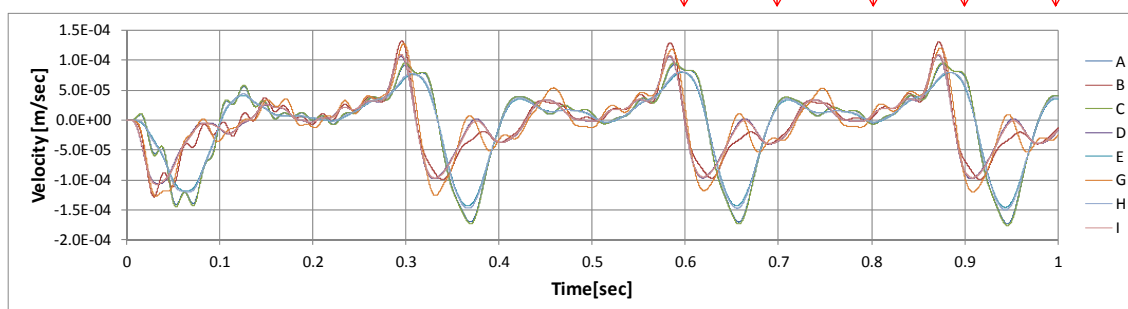
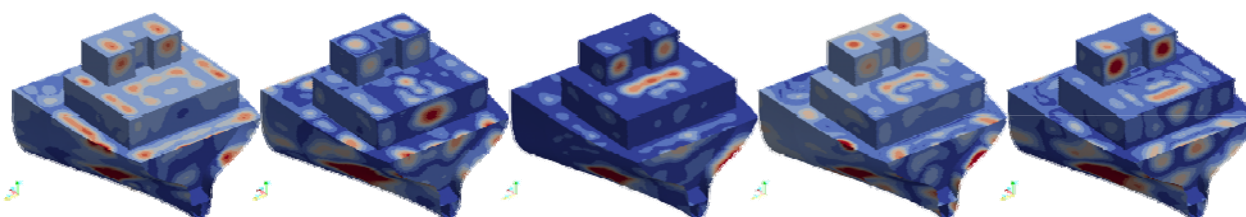
構造メッシュ

- メッシュサイズ: 0.2m
 - 周波数の上限 1.5 kHz
 - 金属中の音速 5 km/sec
- 時間刻み: 0.1 msec
 - 要求分解能 10 Hz (0.1 sec)
 - 周波数の上限 1.5 kHz
- 過渡解析からの定常状態の抽出
 - 1秒間の解析から0.5秒間

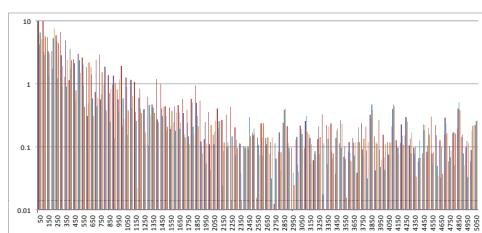


機関室の加振力

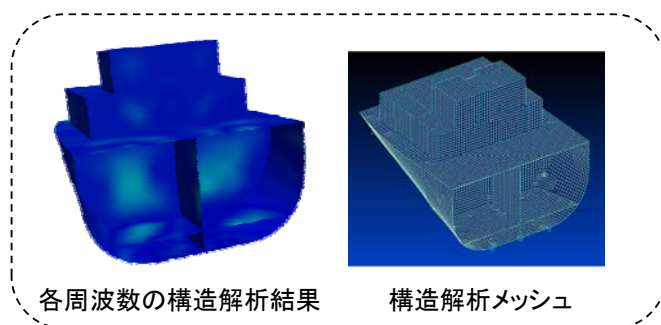
構造解析の結果



マッピング

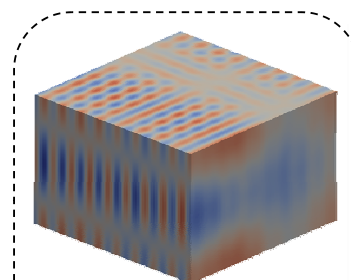


各節点の構造解析結果(FFT処理後)



各周波数の構造解析結果

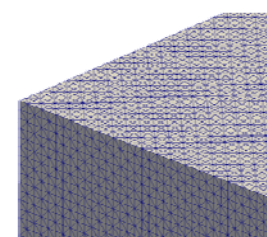
構造解析メッシュ



音響解析入力データ



マッピング

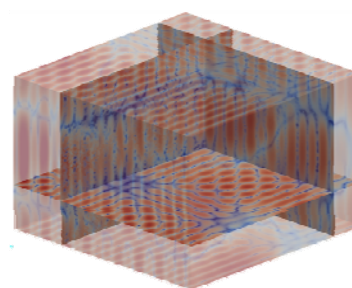


音響解析メッシュ

- 構造解析結果(居住区の節点変位の過渡応答)をFFT処理
- 寸法の異なるメッシュ間で値を補間し、音源データに変換した

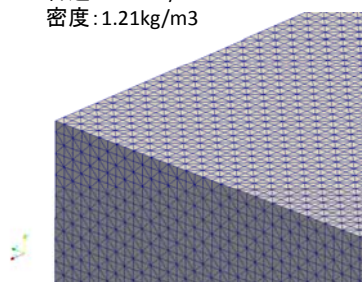
音響解析の結果

要素タイプ	四面体1次要素
節点数	732,676
要素数	4,293,315

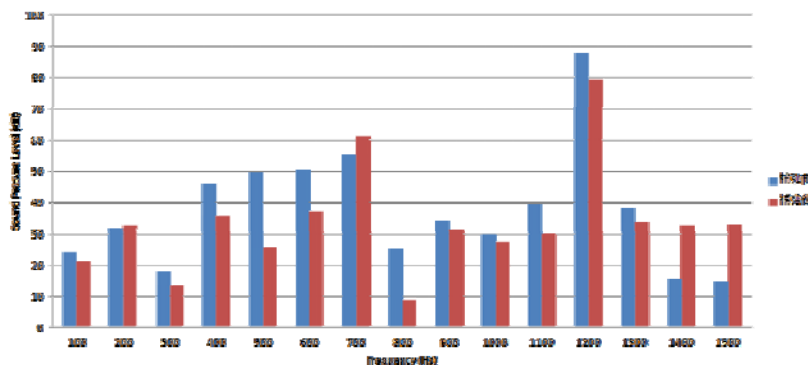


1kHz の音圧レベルコンター

音速: 346.0m/sec
密度: 1.21kg/m³



音響メッシュ



居室における音圧レベル(補強前と補強後の比較)

事例紹介

遮音基礎試験のシミュレーション (構造音響 一方向弱連成)

解析の概要

非公開

計算機環境と処理時間

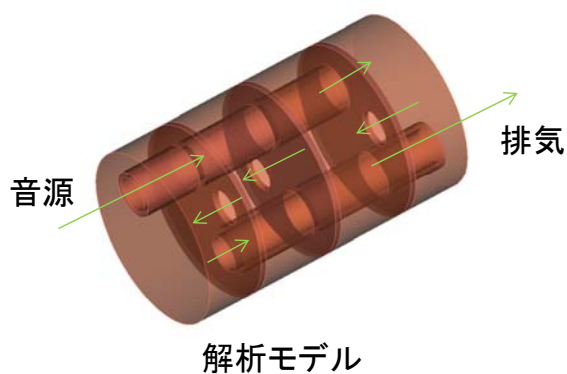
非公開

事例紹介

マフラーの性能評価 (構造音響 双方向強連成)

概要

- 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



弱連成

構造 → 音響 または 音響 → 構造

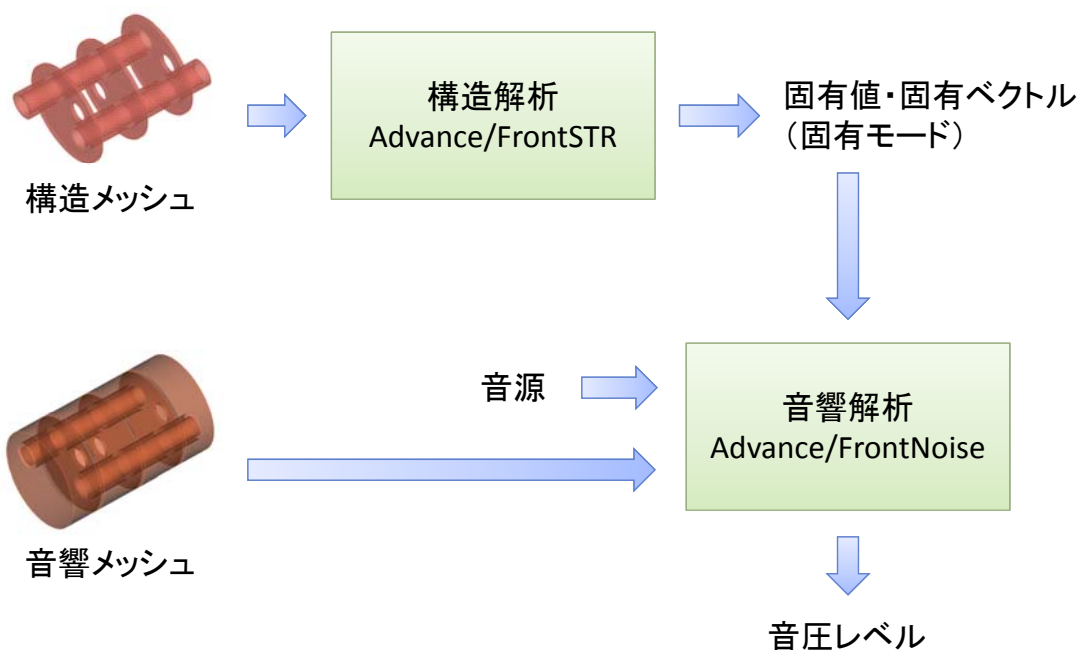
強連成

構造 → 音響 → 構造 → ...

音響 → 構造 → 音響 → ...

壁を介した振動の伝播を考慮可能

解析の流れ



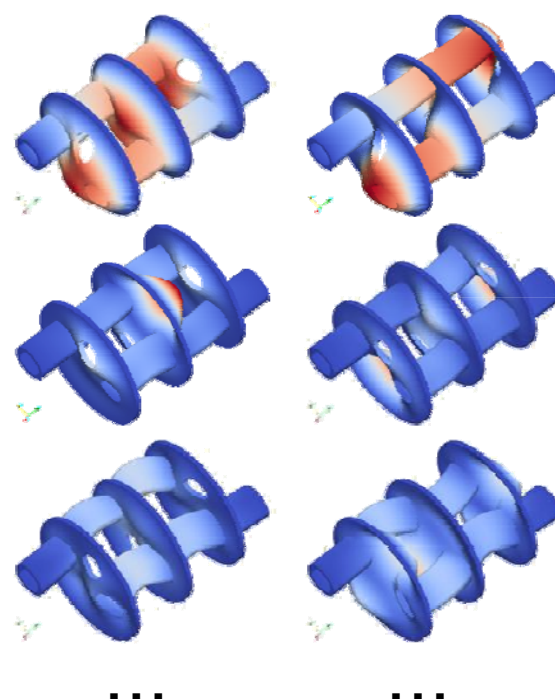
解析条件

- 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)

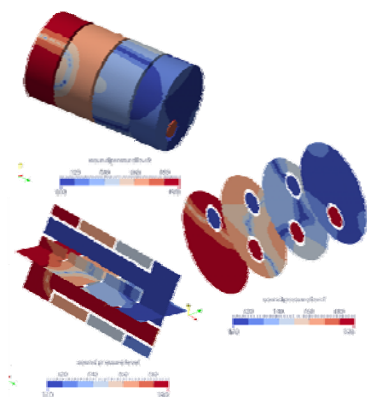
項目	構造解析	音響解析	連成面
節点数	9,111	45,323	7,984
要素数	29,494	229,697	15,340
要素	四面体2次要素	四面体1次要素	三角形要素
境界条件	円筒とのつながり部分 を3自由度固定652節点	音源:47要素面 pc境界:47要素面	構造解析と音響解析の 共通面の情報を共有
備考	固有モード数30		

構造解析の結果

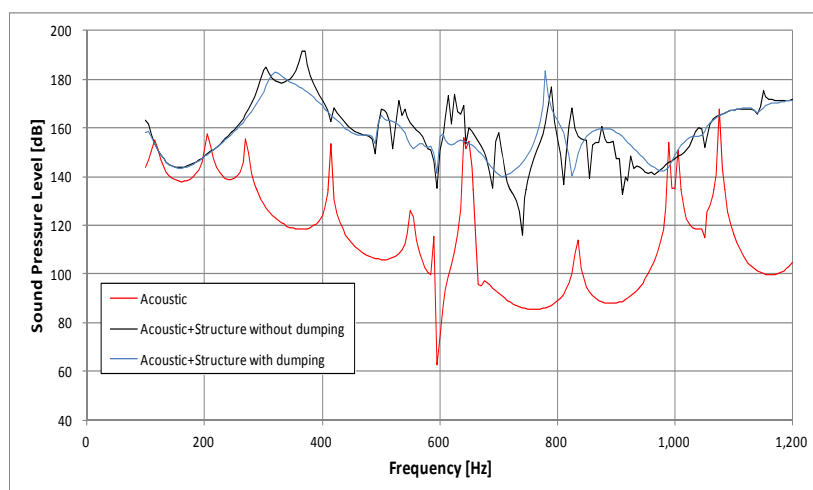
No.	固有値	周波数 Hz	No.	固有値	周波数 Hz
1	5.37E+06	369	16	2.13E+07	734
2	6.80E+06	415	17	2.58E+07	809
3	1.06E+07	517	18	2.85E+07	849
4	1.11E+07	530	19	2.91E+07	859
5	1.17E+07	543	20	2.98E+07	869
6	1.32E+07	577	21	2.99E+07	870
7	1.36E+07	588	22	3.04E+07	878
8	1.46E+07	609	23	3.16E+07	894
9	1.52E+07	620	24	3.24E+07	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



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

事例紹介

衝撃圧解析 (構造流体 一方向弱連成)

医分野の事例： 衝撃圧解析

非公開

Advance/FrontSTR 連成解析のまとめ

- Advance/FrontSTR を利用した連成解析を紹介した。
 - 構造振動による音響評価
 - 構造物中の透過音を含む構造振動と音響の連成問題
 - 振動解析と流体解析を利用した衝撃圧の評価
- Advance/FrontFlow/red および Advance/FrontFlow/FOCUS で紹介した事例も合わせ、連成解析では Advance/FrontSTR の大規模並列計算を有効に利用できると考えられる。
- 今後とも、多様な解析ソフトウェアのソースコードをハンドリングできる当社の利点を生かして、ユーザ様からのニーズに応えた連成解析を実施していく予定である。

