

振動/騒音/構造解析のための

STARSystem



Structural



Testing



Analysis



Reporting



Structural Science Inc.



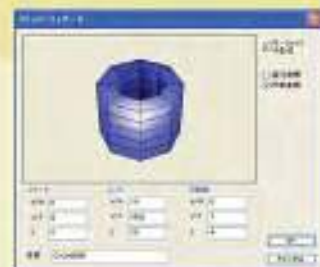
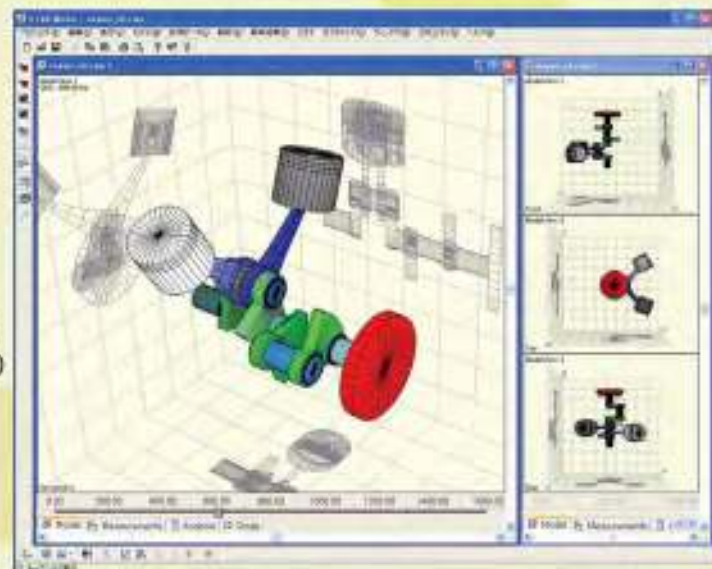
先進の実験構造解析システム/解析モデルの構築

STARSystem は、Windows PCベースのきわめて完成度の高い振動・騒音解析システムです。モード解析をはじめ、実稼動解析、時間領域解析を搭載し、既存の測定システム（FFTアナライザ、測定機器）と組み合わせ、設計、製造、構造解析に携わる技術者に最良の実験構造解析システムを提供します。

- モード解析 (Modal Analysis)
- 時間領域解析 (TDA: Time Domain Analysis)
- 実稼動解析 (ODS: Operating Deflection Shapes)
- 多点参照法カーブフィット解析 (ACF: Advanced Curve Fitting)
- 構造変更シミュレーション (SDM: Structural Dynamics Modifications)
- 外力応答シミュレーション (FRS: Forced Response Simulation)

実験に先立って、構造特性を推定するための最適テストポイントを決め、解析モデルを構築します。モデル・エディタやメッシュ生成ウィザードにより、それぞれのコンポーネント（任意座標系：直交、円筒、球）、サーフェス・モデル、計測ポイント・リンクなどを定義することができます。

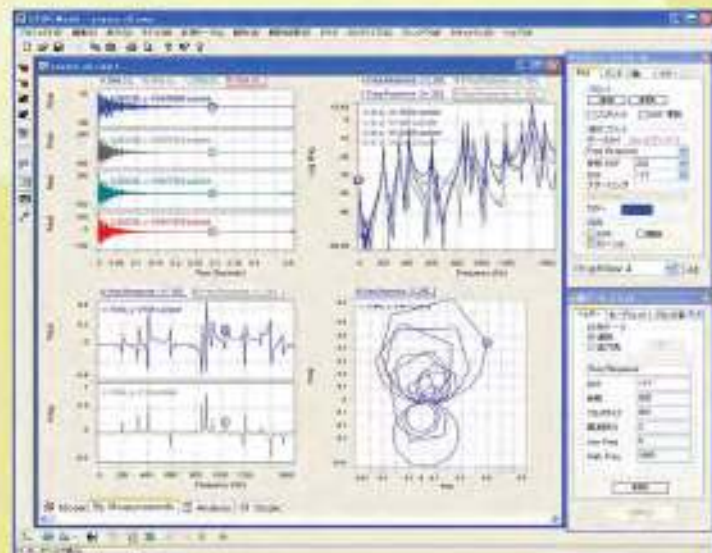
- テンプレート、ポイント、ライン、サーフェス
- コンポーネント、計測ポイント・リンク、拘束条件
- メッシュ生成ウィザード、ソリッド生成ウィザード
- インタラクティブ・エディタ、スケッチボックス
- インポート/エクスポート (UFF, STARBasic)
- マルチ・モデルビュー表示



計測データの集録、表示および解析

実験モード解析に代表される実験的手法は、現実の構造物の伝達関数測定法をベースに、振動・騒音および構造特性を解析します。一般に、実稼動、インパクト・テスト、シェーカー・テストによって、伝達関数を集録し、計測データ・タイプ (FRF: 周波数応答関数、TIM: 時間関数など) を識別し、測定セットアップ情報やDOFラベルに従って解析されます。

- 計測データタイプ (FRF, TIM, APS, CPS, COH, ...)
- フォーマット: 複素関数、マグニチュード、時刻歴、...
- ボード線図、コクアド線図、ナキスト線図、...
- x軸フォーマット: 周波数 (Hz)、時間 (sec)、RPM
- ブロック演算 (FFT, IFFT, 加算剰余算, 微分, 積分, ...)
- フィルタ: ローパス、ハイパス、...
- ヘッダー情報編集、アーカイブ・コントロール
- トレース・コントロール (カーソル、ハイライト、...)
- マルチ・トレース表示 (オーバーレイ、セパレート)



スケッチボックス・コントロール機能は、デジタルカメラなどで取り込んだ写真上の構造物をマウスで操作し、スケール処理や投影操作により、2次元から3次元へ展開することができます。迅速にコンピュータ上にイメージを作成し、3D解析モデルを構築することが可能です。

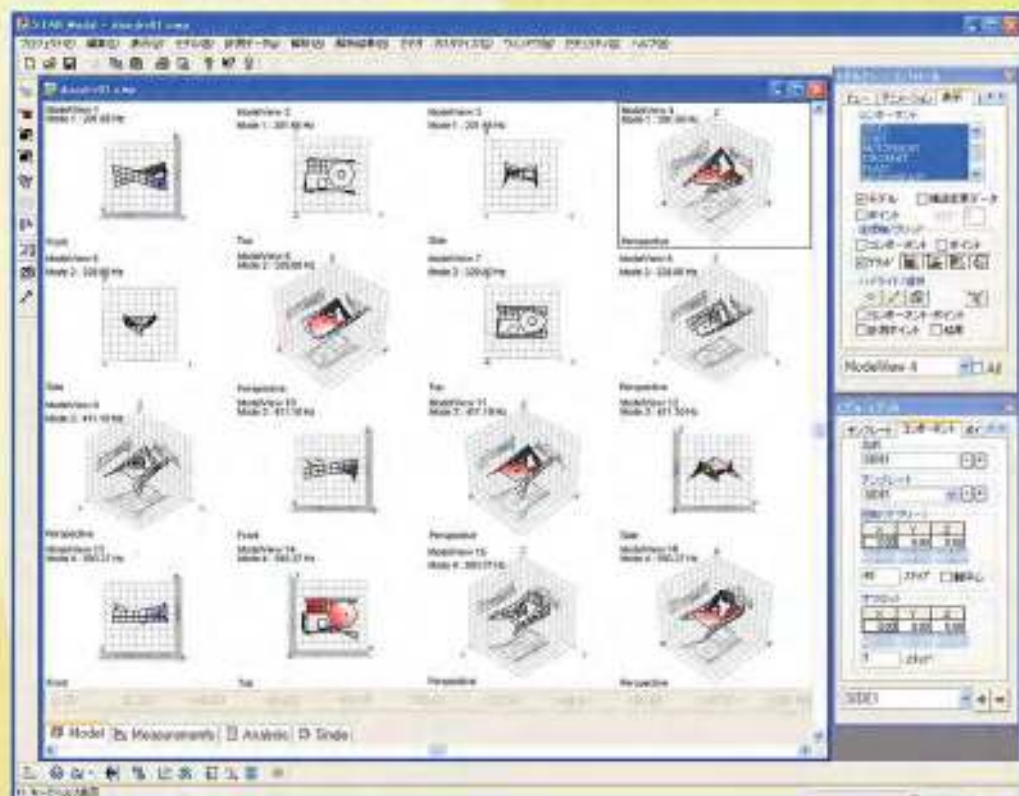




構造ダイナミックスの高精度な解析（カーブフィット）

構造ダイナミックスや振動問題の析にはモード解析が不可欠です。実験モード解析は構造物の動的応答から構造特性に基づくモードを分析します。実験によって集録された計測データセットから正確なモードパラメータ（周波数、減衰、モードシェープ）を推定する方法として、高精度のカーブフィット手法が使用されます。STARModalに搭載されたモードの推定技術は長年にわたって多くの技術者に高く評価されています。

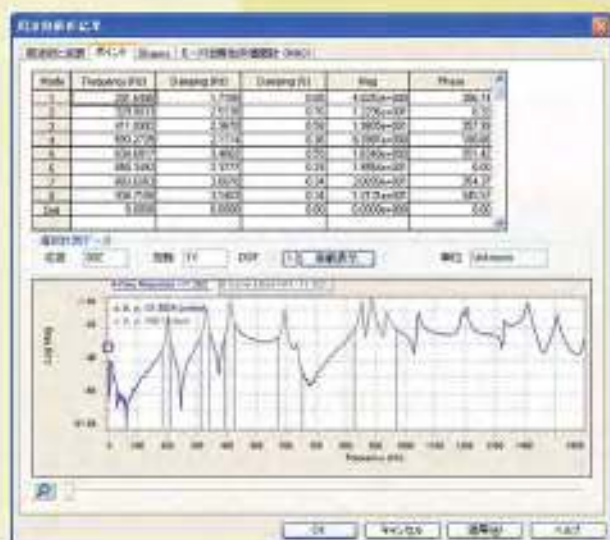
プロジェクト・ウィンドウの上下左右に表示された論理的な構成のメニュー、ツールボタン、タブを使用し、実験モード解析プロセスを着実に進めることができます。正確に解析されたモードシェープや変形シェープは多彩な表示機能（マルチ・プロジェクト、マルチ・ビュー、グラフィックス表示コントロールなど）によって観察することができます。



モードの識別（カーブフィット）と評価関数

モードを識別するには、第1にモード・ロケーション（バンド）とカーブフィット手法を決定し、第2に計測データセットに対して、自動カーブフィットを実行し、減衰周波数、モードパラメータ、レジデュを正しく推定します。SDOF、MDOF、グローバルなどのカーブフィット手法はバンド外剰余項も考慮され、解析結果を直ちに確認することができます。モード信頼性評価関数（MAC:Modal Assurance Criterion）によって、モード間の相関性やフィット手法の信頼性を評価することもできます。

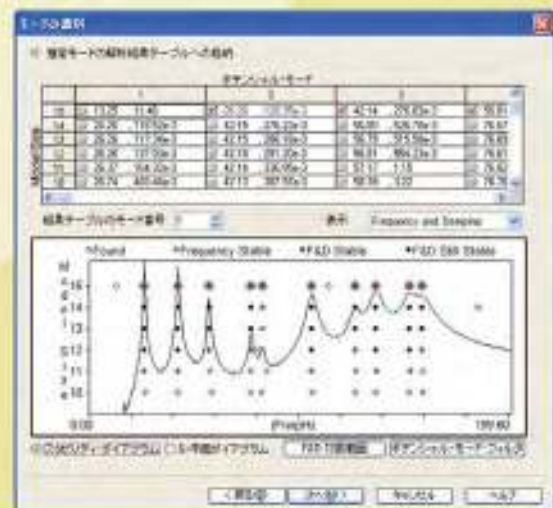
- ピークフィット法（コインシデント、クオドラチャ、複素ピーク）
- シングルモード法（SDOF）、マルチモード法（MDOF）
- 多項式近似カーブフィット法、グローバル・カーブフィット法
- 自動フィット・テーブル、バンド外剰余項
- 解析結果テーブル、連動シェープ・アニメーション
- シンセシス・エディタ、カーブフィット・シンセシス
- モード信頼性評価関数（MAC:Modal Assurance Criterion）



アドバンスド・カーブフィット法（多点参照法）

アドバンスド・カーブフィット法（ACF:Advanced Curve Fitter）は、多点参照データセットにおけるモード・パラメータを推定するために最小二乗誤差法（LSCE:Least Squares Complex Exponential）や多項式近似法のアルゴリズムを使用します。唯一の参照点（SIMO）データセットを使用した場合の誤差を低減するためには、多点参照（MIMO）データセットによる解析が推奨されます。このグラフィック・ユーザー・インターフェイスは初心者ユーザーにおいても、安定した操作性を提供します。

- 参照点セット選択テーブル
- 周波数と減衰の推定（バンド、モデルサイズの設定）
- モードの推定、ポテンシャル・モード選択、モード刺激係数
- マルチモード・インジケータ・ファンクション
- スタビリティ・ダイアグラム、S・平面ダイアグラム





ビジュアル解析/シミュレーション/レポート機能

STARModal のビジュアル解析機能は、機械の振動・変形を直感的に観察し、構造ダイナミクス問題を分析するための多彩なコントロールを搭載しています。モードシェープ、実験動シェープあるいは時刻歴シェープを同時に表示し、ビデオカメラなどでは検知できない複雑な動特性をアニメーション表示することができます。

- アニメーション（ベクトル/正規/複素）、調整、...
- 3Dグリッド、投影シャドウ・アニメーション、...
- レンダー表示（サーフェイス、ワイヤー）、...
- イメージ・エディタ、ビデオ・ファイル機能、...

実験動シェープ解析 (ODS)

機械の実験動運動やトラブル、インバランスなどの要因によって生じる変形状態を解析し、アニメーションによって観察することができます。ODS解析は周波数領域データ (FRF,APS,CPS) を使用し、実際の応答値を推定し、モード解析と比較することもできます。

時間領域シェープ解析 (TDA)

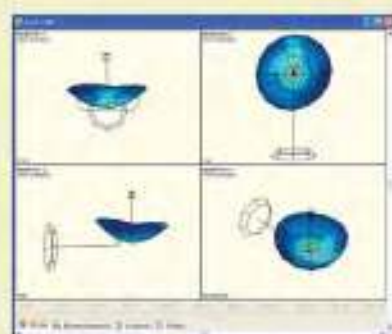
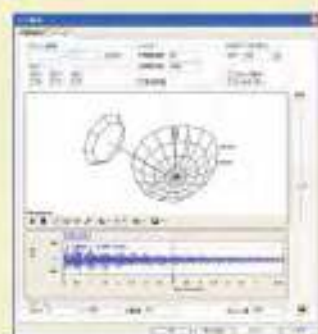
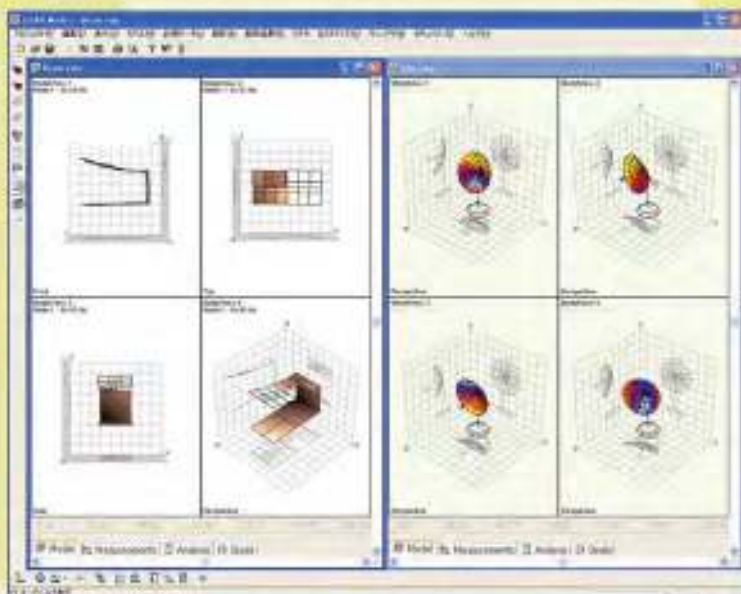
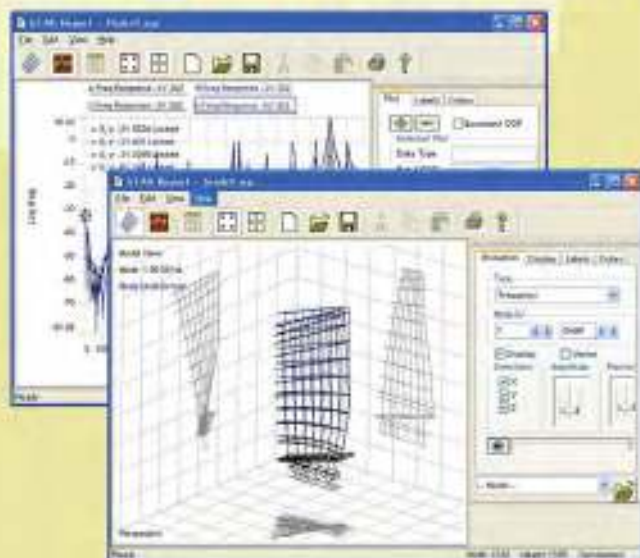
時間領域解析は、実験動運動および振動解析の事前分析に使用され、モード解析におけるインパルス応答や測定時間内に質量、剛性、減衰の動的変化を伴う場合の非定常、非線形な過渡現象の解析に利用することができます。

構造変更/外力応答シミュレーション

SDM (Structural Dynamics Modification) は、モードパラメータを試行錯誤的に決定し、質量、剛性、減衰などの構造特性の変化をシミュレートすることができます。FRS (Forced Response Simulation) は外力に対する応答 (変位、速度、加速度) を推定するために利用されます。

- 質量/バネ/ダンパーなどのハードウェア変更
- 質量/バネ/ダンパーなどによる共振変更
- リブ補強 (質量/バネ) の追加/変更/削除
- パワー・スペクトル応答解析
- 調和外力応答解析

STARReport 解析結果ビジュアル化/レポート支援ツール



STARReport は、解析結果に関する実験レポート作成ツールとして、効果的な威力を発揮します。モードシェープ・サーバーでは、モードシェープ解析結果のライブ・アニメーション、3Dグリッド、投影シャドウ表示および回転、ズームなどの迅速なコントロールが可能です。ファンクション・サーバーでは、計測データトレースに関するカーソル・コントロール、フォーマットの選択、オーバーレイ、セパレートなどの表示が可能です。

解析結果のモードシェープ・アニメーション、計測データトレース表示、スプレッドシート・データの分析、プレゼンテーションおよびレポート編集ツールとして使用することも可能です。このツールは、STARのユーザーに限らず利用することができます。

- モードシェープ・サーバー
- ファンクション・サーバー
- オブジェクト・リンク機能

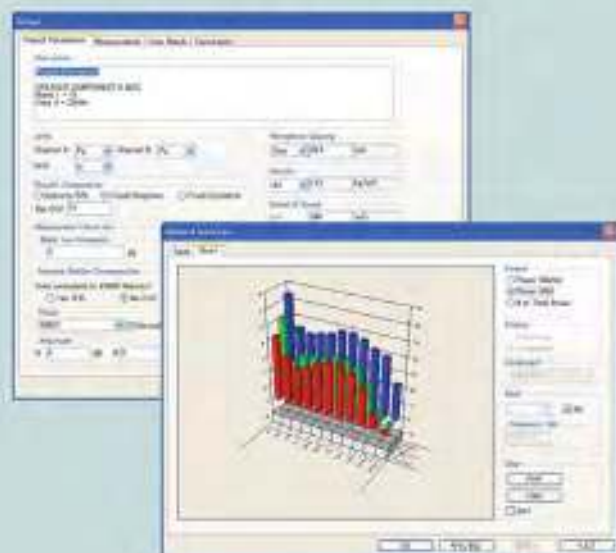
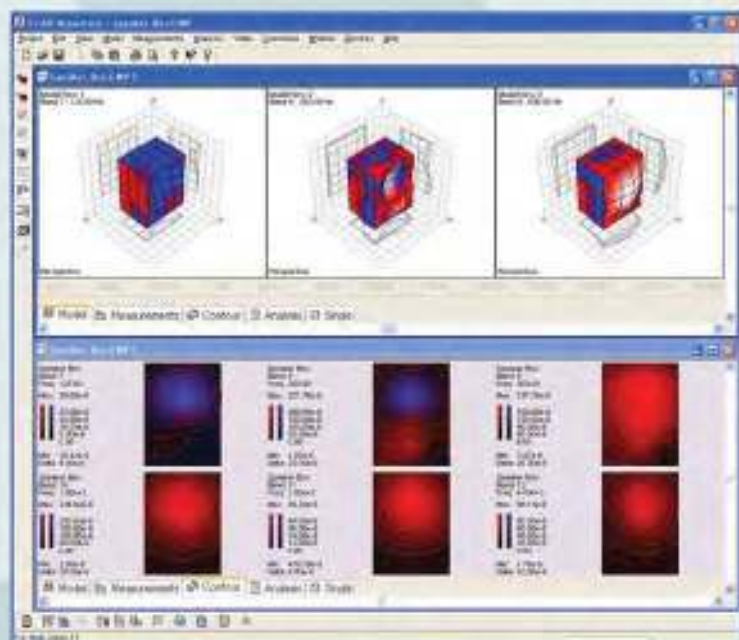
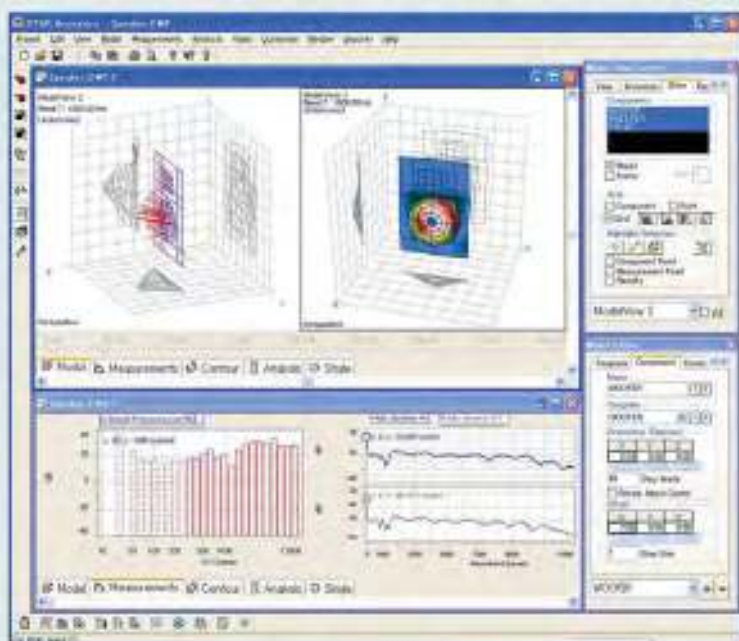
STARAcoustics は、音響解析に必要な実験方法をガイドし、FFTアナライザーやオクターブ・アナライザーとマイクロホンを用い、次の機能に基づいて、音響パワー、音響インテンシティの定量化を可能にします。

- 騒音源の探査
- 音響分布、放射状音源の音響パワー推定
- 騒音環境化での音響測定
- ISO評価基準の準拠

解析プロジェクトごとにセットアップ情報を構成し、実験環境条件、測定機器などのパラメータを定義、選択することができます。音響インテンシティは、音響測定法によるクロススペクトル計測データセットから算出され、必要に応じて、オクターブ/ユーザー・バンド、また、ウェイトイング、振幅、位相などの補正や測定データの信頼性を示す音圧-インテンシティ(PI)指数を計算することもできます。音響データ用に設計された計測データ表示ウィンドウでは、それぞれのフォーマットを選択し、カーソル・コントロール、バンド設定、スケーリングなどの操作が可能です。

音響インテンシティを計算することによって、2次元、3次元空間での騒音源を識別することができます。計算結果の音場特性は音響マップ（等高線図）やベクトル表示、アニメーションによって観察することが可能です。音響パワーの計算は各測定点に対応するエリアを定義することによって、音響パワー（ワット値、dB値など）分布を分析することができます。さらに、測定平面やコンポーネントごとの音響パワー・レベルのランキング・チャートを確認することができます。

- インターフェイス (GPIB、解析システムなど)
- インテンシティ、SPL、音響パワーの計算
- ウェイトイング補正 (A,B,C)、振幅/位相の補正
- バンド: オクターブ (1/1、1/3)、ユーザー・バンド
- 計測データ・ウィンドウ・コントロール
- ISO 準拠の評価係数、離散化トーン識別
- 音響パワーレベル・ランキング、スプレッドシート
- 2D,3D音響マップ、アニメーション
- モード解析 (ピーク)、振動/騒音の達成解析



音響パワーレベルと音響インテンシティ

特性	公式	基準レベル
SPL (L _p)	20 log (p/p ₀)	20 μPa (空気中)
音響速度 (L _v)	20 log (v/v ₀)	10 mm/s ²
パワーレベル (L _w)	10 log (P/P ₀)	1 pw
インテンシティ (L _i)	10 log (I/I ₀)	1 pw/m ²

音響インテンシティ

$$I = \frac{1m[G_{yx}(f)]}{4\pi \rho_0 \Delta r f}$$

ρ_0 = 音場密度 = 1.239 kg/m³

Δr = マイクロホン間隔 (m)

G_{yx} = クロスパワー

f = 周波数 (Hz)



Modal & Acoustics

世界有数の機械・製造業界、研究機関、教育機関で利用されている
STARが、さらに画期的な優れたモード解析機能を搭載しました。

ユーザーの利用環境、解析規模に応じて、次のような構成が用意されています。

システム名	内容
STAR Modal Education (学校教育用)	計測データポイント数: 100 コンポーネント数: 10 モード数: 10 カーブフィット関数: ピーク法、SDOF&MDOF法、 グローバル法 関数: MAC、FRFシンセシス、計測データ演算
STAR Modal (一般ユーザー向)	計測データポイント数: 1000 コンポーネント数: 100 モード数: 100 カーブフィット関数: ピーク法、SDOF&MDOF法、 グローバル法、ACF (多点参照法) 実験動解析: TDA (時間領域法)、ODS (周波数領域法) 関数: MAC、FRFシンセシス、計測データ演算 拡張機能: AVI生成、2プロジェクト処理
STAR Premier Modal (上級者・研究者向)	計測データポイント数: 3000 コンポーネント数: 100 モード数: 100 カーブフィット関数: ピーク法、SDOF&MDOF法、 グローバル法、ACF (多点参照法) 実験動解析: TDA (時間領域法)、ODS (周波数領域法) シミュレーション解析: FRS (外力応答)、SDM (構造変更) 関数: MAC、FRFシンセシス、計測データ演算 拡張機能: AVI生成、マルチプロジェクト処理
STAR Acoustics (一般ユーザー向)	計測データポイント数: 3000 コンポーネント数: 100 バンド/モード数: 100 解析: インテンシティ/SPL、オクターブ/ユーザー・バンド、 ベクトル、コンター・マップ、ランキング 補正: A,B,Cウェイト、振幅/位相/トーン、PI評価係数 拡張機能: AVI生成、マルチプロジェクト処理

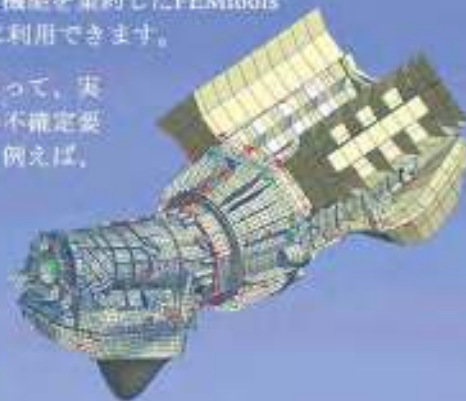
※すべての構成には、モード解析に必要な基本機能、グラフィックス機能、データ・インターフェイスが含まれます。

実験モード解析と有限要素法解析の統合化

実験と解析の統合化は、それぞれの解析に要する時間やコストの低減を可能にし、それらのすべて機能を集約したFEMtools (開発元: DDS社) がSTARと共に利用できます。

FEMtoolsの相関分析、感度解析、最適化解析によって、実験構造物とFEモデルの両者の不一致や構造特性の不確定要素を検証することができます。統合化によって、例えば、次のようなメリットが期待できます。

- 有限要素(FEA)モデルの検証
- 構造特性を簡定
- FEAモデルの不確実性の把握
- 解析、実験、設計などのデータベースの共有化
- モデル化に関する技術・問題点の習得



STAR Modalの主な特徴

- モデルサイズ(最大)
テンプレート: 100 ポイント: 300000
ライン: 150000 サーフフェイス: 100000
- 高精度カーブフィット法の搭載
SDOF、MDOF、グローバル、
多点参照法(ACF)、その他
- データ・インターフェイス
FFTアナライザー(GPIB)、UTF、
STARBasic、...標準対応
- 共有データベース/達成解析
MODAL/Acoustics、CATS
FEMtools、その他
- ライセンス・モジュール
シングル/ネットワーク対応
- ダイナミクス解析機能
- モデル・テンプレート
- インタラクティブ・モデルエディタ
- ワイヤ・メッシュ・ウィザード
- ソリッド・メッシュ・ウィザード
- スケッチ・ボックス・コントロール
- プロジェクト・セットアップ
- 計測データ減衰補正
- 計測データ・ブロック演算
- カーブフィット・ダイアログ
- SDOF/MDOF カーブフィット
- グローバル・カーブフィット
- マルチビュー・アニメーション
- 3Dグリッド・シャドウ表示
- モード・ブロック演算
- AVI生成コントロール
- データ・インポート/エクスポート
- 実験動解析(ODS)
- 時間領域解析(TDA)
- 多点参照法カーブフィット(ACF)
- 構造変更シミュレーション(SDM)
- 外力応答シミュレーション(FRS)
- 信頼性評価関数(MAC)
- レポート・ツール(STARReport)
- 技術サポート/サービス
- 英語/日本語システム対応
- TCS、カスタマイズ

動作環境

コンピュータ: Windows PC
Windows 2000, XP, Vista

STARSystemは、Spectral Dynamics社の登録商標です。

STARSystem 国内総代理店

株式会社 ストラクチャルサイエンス

〒211-0016 川崎市中原区市ノ坪66-5 LM武蔵小杉第2-215

TEL 044-738-0315 FAX 044-738-0316

E-mail: support@ssinst.com URL: http://www.ssinst.com

