

FEMTOOLS CAEソリューション

**システム同定
最適化設計**

結果の解釈と応用

Dynamic Design Solutions (DDS)

Structural Science

アップデート結果の解釈

- **FEモデル・アップデート**の目的は、最も良い等価剛性/質量/減衰特性を見出すことである。
- そのためには、**パラメータの選択**に配慮が必要
- 物理的意味を考え、**感度解析**、**誤差局在化**などによる絞り込みが肝要。
- FEモデル・アップデートの**デザイン・オプティマイゼーション**への応用。

アップデート結果の利用法

- アップデートされた等価剛性/等価質量/等価減衰特性は、応答解析など別の動解析や静解析に利用する。
- 構造変更シミュレーション機能の併用による実設計での補強材や防振材の効果の推定に利用できる。
- FEAによる高精度の動特性シミュレーションを実現するためのデータベース化推進に役立つ。
- 設計最適化（オブティマイゼーション・シミュレーション）に応用する。

システム同定法の応用例

- 複合材料の材料特性の同定
- 構造物の接合部の剛性の同定
- 構造物の減衰係数の同定
- 水中構造物の付加質量の同定
- 空洞内の内圧の同定
- FEモデル・サイズの縮小
- 防振材の設計

FEA/EMAデータ統合によるメリット

- FEAの結果は、実験のセットアップの最適化に役立つ：**プリテスト解析**
- EMAの結果は、FEモデルの検証に使用できる：**誤差局在化、相関分析**
- FEモデルは、EMAの結果を用いて更新できる：**モデル・アップデーティング**
- FEAとEMAの両方のデータから、**混合モデル**が開発できる。

FEA/EMAデータ統合化のステップ

- ❶ **第1段階：FEAとEMAの使い分け（これまで）**
コスト的/時間的な面から、FEAは設計生産部門に、EMAは研究開発部門に適している。
- ❷ **第2段階：設計生産部門と研究開発部門の協力体制の確立・強化**
- ❸ **第3段階：システム同定の実践とデータベース化の推進**

FEMTOOLS OPTIMIZATION (最適化設計)

- n 汎用の構造設計最適化ツールです。
- n FEMtools Model Updating との組み合わせ
- n FEMtools Optimization モジュール
 - u General Non-Linear Optimization (一般的な非線形最適化) – 任意の非線形最適化問題を解きます。
 - u Size Optimization (寸法の最適化) – 断面や板厚のようなコンポーネントパラメータを最適化します。
 - u Shape Optimization (形状の最適化) – 既存のコンポーネントの形状を最適化します。
 - u Topometry Optimization (トポメトリーの最適化) – 要素一つごとにコンポーネントパラメータを最適化します。
 - u Topology Optimization (トポロジーの最適化) – 所定の荷重に対して最適化されたレイアウトを用いる新たな設計を作り出します。

FEMTOOLS OPTIMIZATIONのモジュール構成

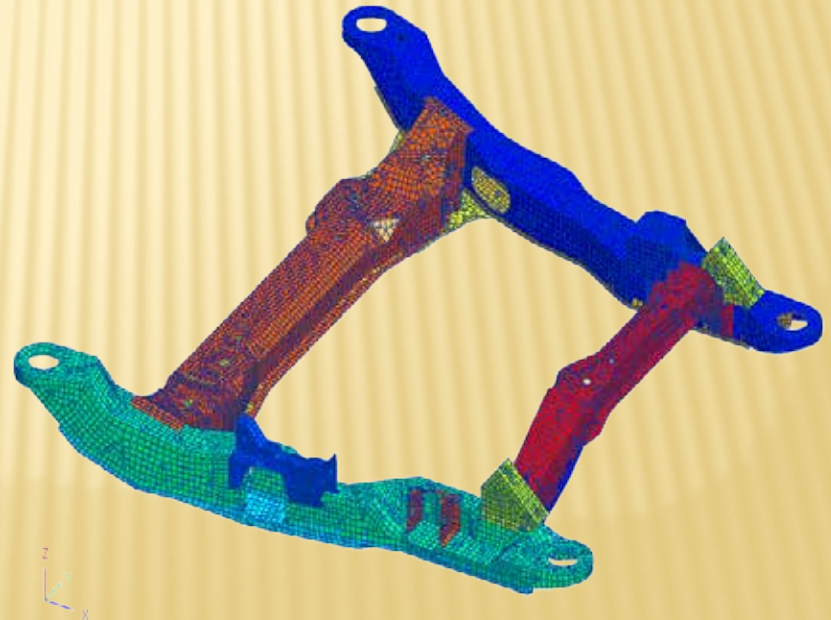


一般非線形最適化

- n **非線形最適化**FEMtoolsスクリプト言語を使用すれば、どのような目的関数または制約関数でも、それをプログラミングすることによって、最適化のために使用することができます。最適化パラメータ、目的関数または制約関数の数に関する制限はありません。
- n **最適化問題**FEMtools Optimizationは、次のような最適化問題が取り扱えるように、パワフルな非線形最適化ソルバーを核として構築されます。
 - u **制約付き最適化** — 任意の数の非線形制約を含む最適化問題
 - u **多目的最適化** — 任意の数の目的関数を含む最適化問題
 - u **最小二乗距離** — 一組の参照データを用いて、最小二乗距離の最小化に焦点を合わせた最適化問題
 - u **パレート最適化** — ミニマックス最適化問題

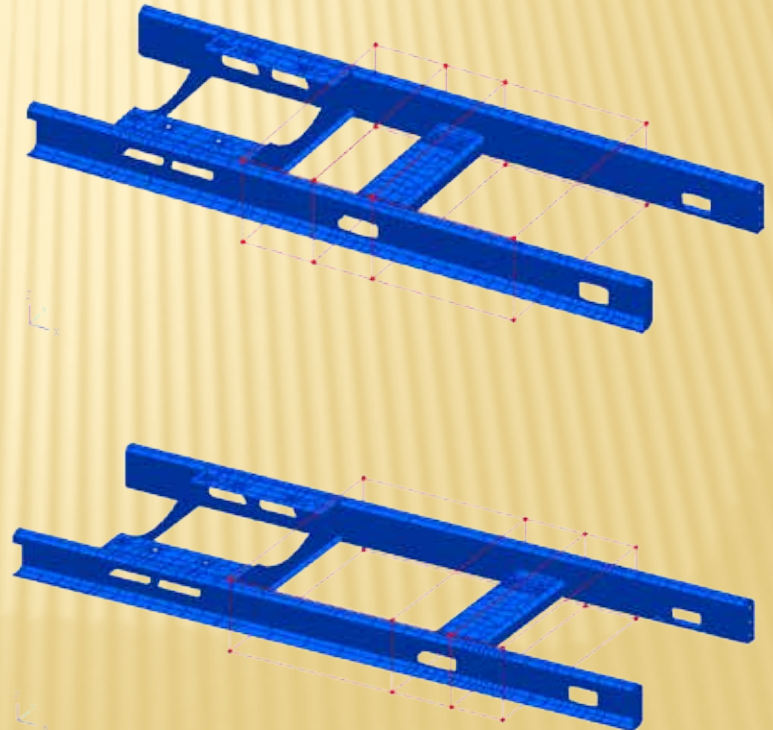
寸法の最適化

- n Size Optimizationは、バー、板、その他の指定可能な要素の特性を最適化することを可能にします。
 - u 広範囲にわたるサイジングパラメータ選択
 - u FEMtools感度モジュールを用いた高速勾配計算
 - u FEMtoolsスクリプト言語を使用した完全に柔軟な問題定義
 - u 内部または外部の有限要素解析ソルバーを使用して最適化問題を解くことが可能



形状の最適化

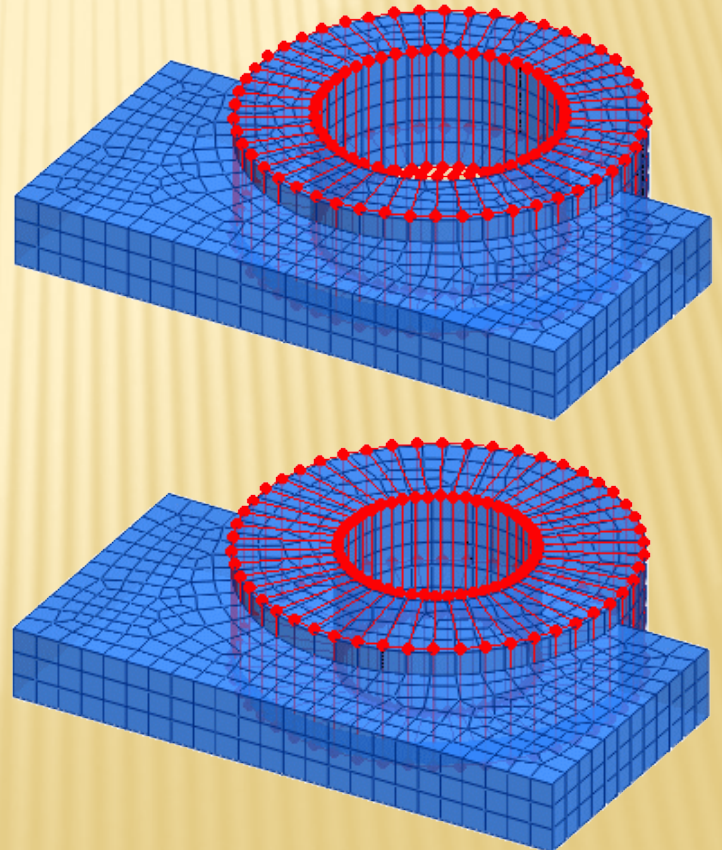
- n Shape Optimizationモジュールは、既存のコンポーネントの形状を最適化します。
 - u 基礎となるCADデータを必要とせずに有限要素モデルを修正すること。
 - u メッシュモーフィング技術の使用により、大きなメッシュ変形の取り扱いが可能であること。
 - u FEMtoolsスクリプト言語の使用により、問題定義が完全に柔軟であること。
 - u 内部 または外部の有限要素解析ソルバーの使用により、最適化問題が解けること。



FEMTOOLS MESH TOOLS

n FEMtools Mesh Tools は、メッシュ生成とメッシュ操作のためのツールボックスであり、最適化にも応用されます。

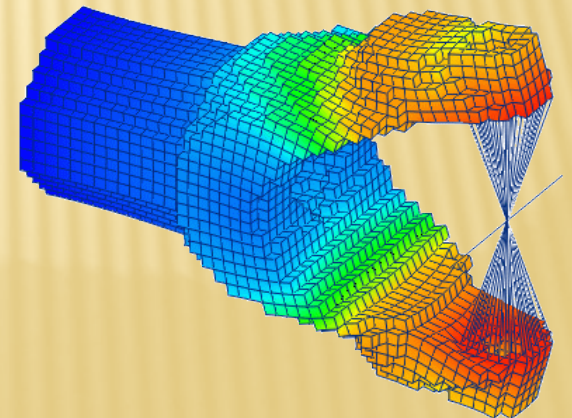
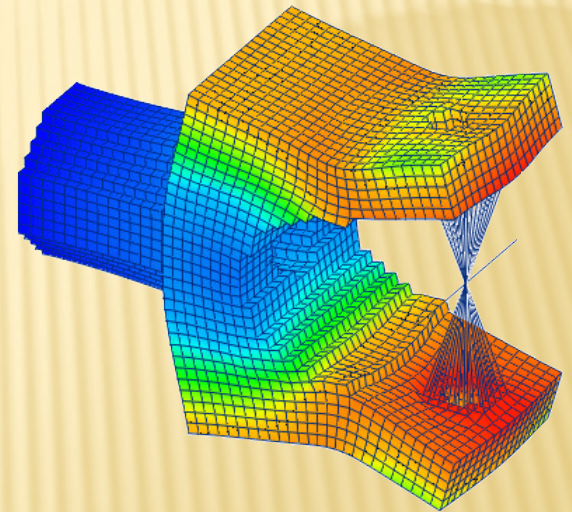
- u 格子セルをベースにしたフリーメッシュ変形
- u スケルトンをベースにしたフリーメッシュ変形
- u 有限要素パラメータおよび応答の管理
- u フリーメッシュ変形 (寸法および形状の最適化用)
- u FEMtools Scriptプログラミング言語
- u FEMtools API関数ライブラリ



トポロジーの最適化

n Topology Optimizationモジュールは、次のような設計問題に対する解を提供します。

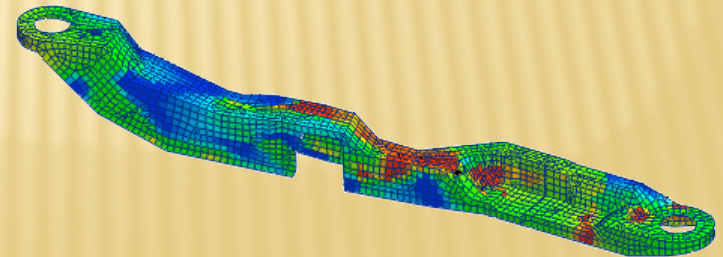
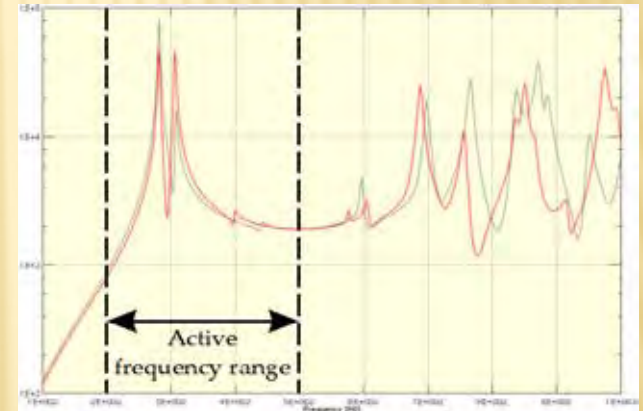
- u 最小静的コンプライアンス設計 — 定義されたすべての荷重ケースを考慮して、静的コンプライアンスを最小にするトポロジーが得られます。
- u 最大基本固有値設計 — 最初の振動モードの共振周波数を最大にするトポロジーが得られます。
- u 最小ダイナミックコンプライアンス設計 — 調和荷重の下でコンプライアンスを最小にするトポロジーが得られます。



トポメトリの最適化

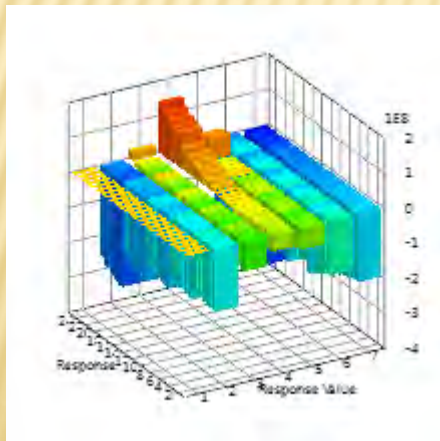
n Topometry Optimizationは、有限要素モデルの要素一つひとつの寸法の最適化を可能にします。

- u 最小静的コンプライアンス設計 — 定義されたすべての荷重ケースを考慮して、静的コンプライアンスを最小にするトポメトリが得られます。
- u 最大基本固有値設計 — 最初の振動モードの共振周波数を最大にするトポメトリが得られます。
- u 最高FRF-レベルの最小化 — 調和荷重の下でコンプライアンスを最小にするトポメトリが得られます。

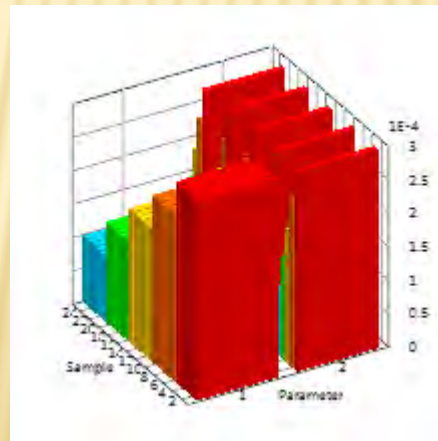


DOE/RSMベースの最適化

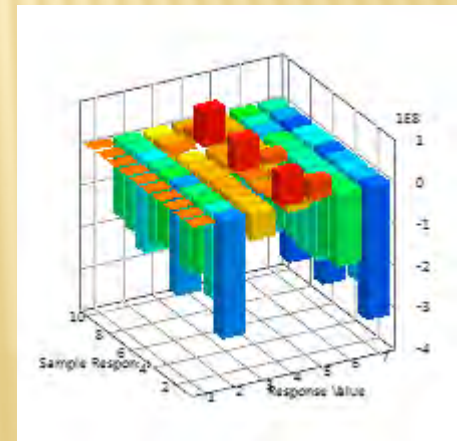
- n 実験計画法(DOE:Design of Experiments)を用いて系の応答を近似する設計パラメータ・セットの選択することができます。
- n 応答面法(RSM:Response surface methodology)は、系の応答を最適化するために使用する数学的ツールや統計的ツールの手法を利用します。



DOE Response Matrix



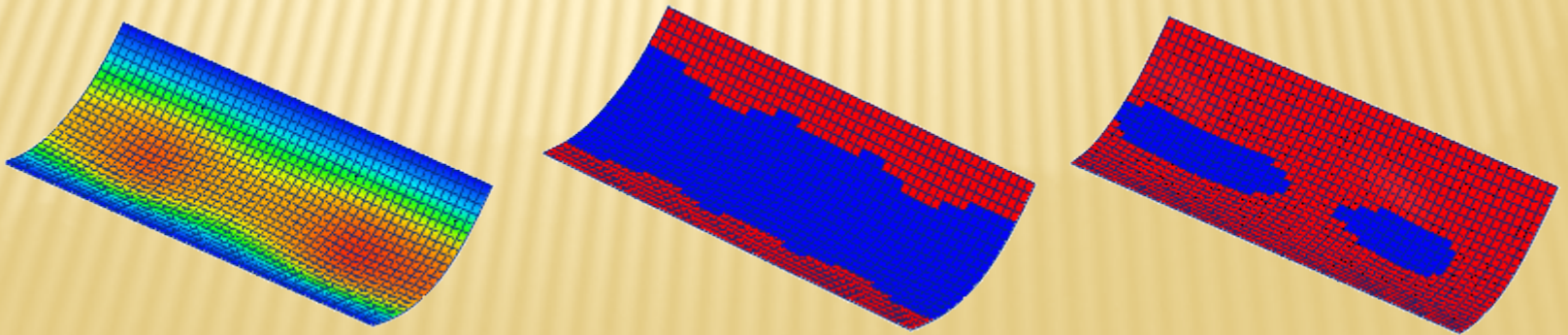
DOE Sample Matrix



DOE Vrifcation Response Matrix

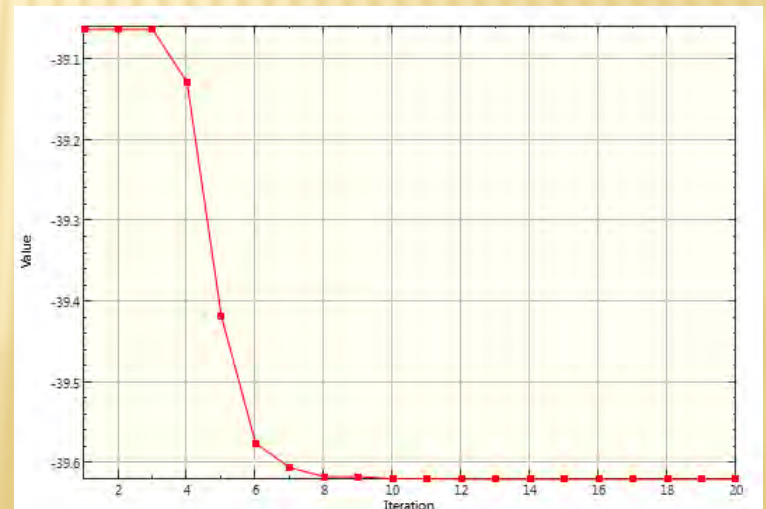
離散的材料的最適化

- n 離散的材料的最適化（DMO: Discrete material optimization）は、複合材料のレイアップをローカルに最適化することを目指します。DMOは、利用可能な材料と受理可能な方向角度のセットから各層の最適材料と方向角度を識別することができます。
- n FEMtools DMOオプティマイザーは次の設計問題を解析します。
 - u 最小静的コンプライアンス設計が自動的に選択されます。



遺伝学的最適化

- n 遺伝学的最適化（Genetic Optimization）は確率的な最適化方法であり、自然淘汰と遺伝学的の概念を使用した反復計算によって最適化解析が実行されます。その遺伝学的アルゴリズムは、特殊な状況下（例えば、不連続最適化オブジェクト関数、離散型最適化変数など）の特性が存在する場合に有効です。
- n 遺伝学的最適化ソルバー
 - u 連続的実数の最適化パラメータ
 - u 特異値を得るための離散パラメータ



FEMtools 開発元

Dynamic Design Solutions (DDS)

Interleuvenlaan Belgium

www.femtools.com

FEMtools 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: 044-738-031 6

E-MAIL: support@ssinst.com URL: <http://www.ssinst.com>