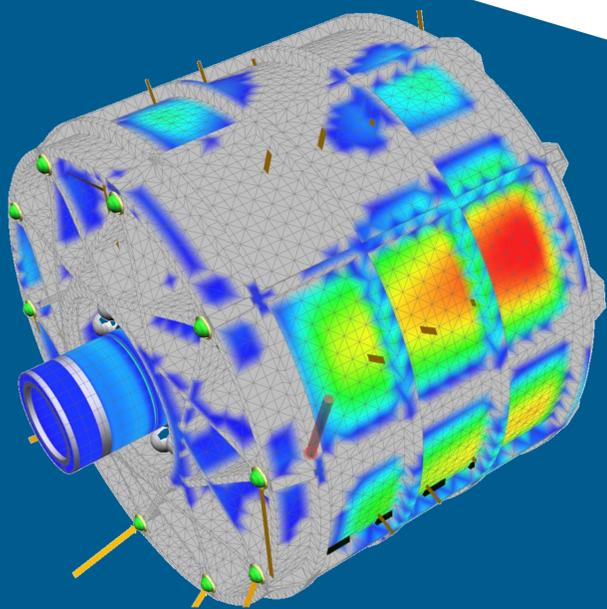
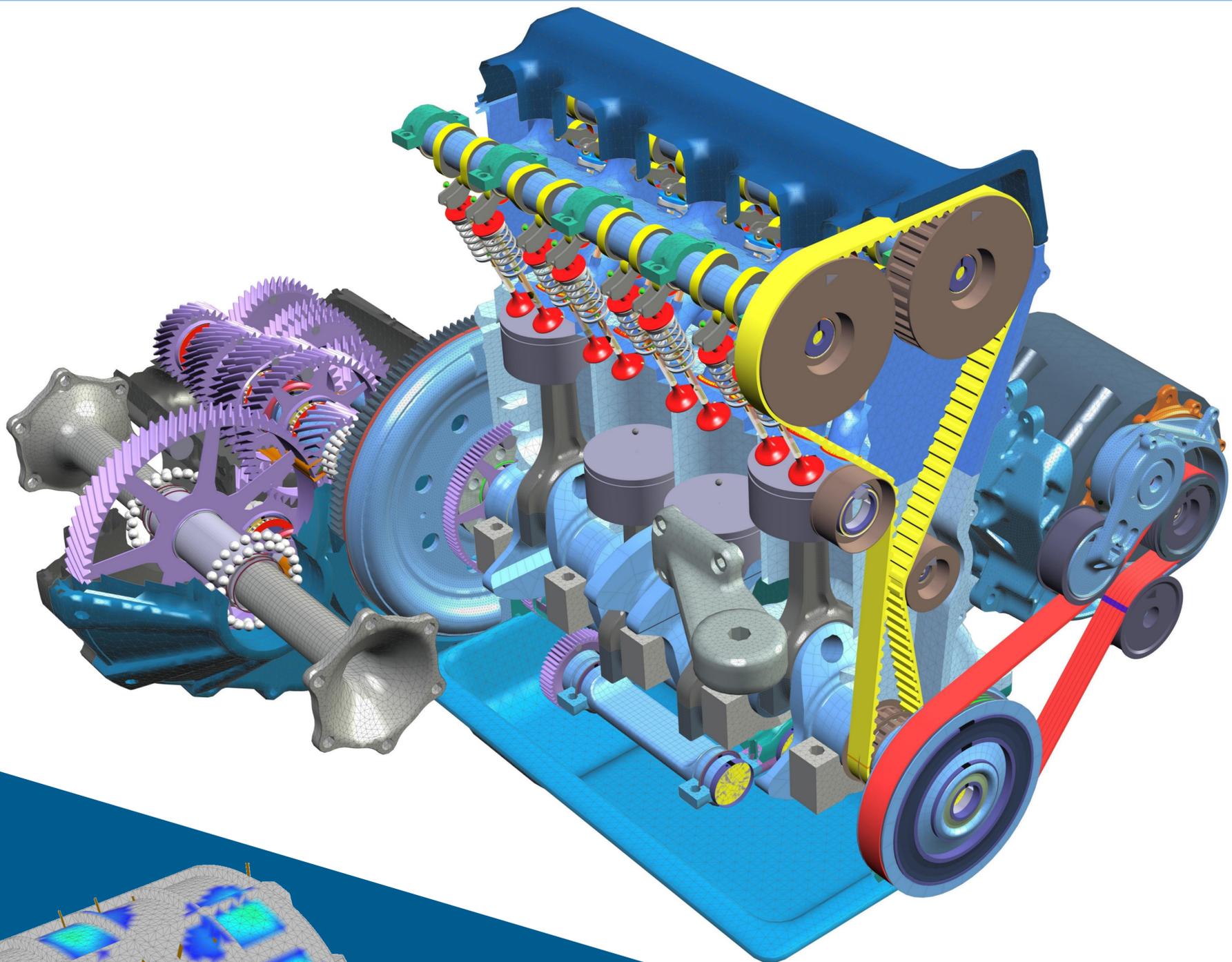
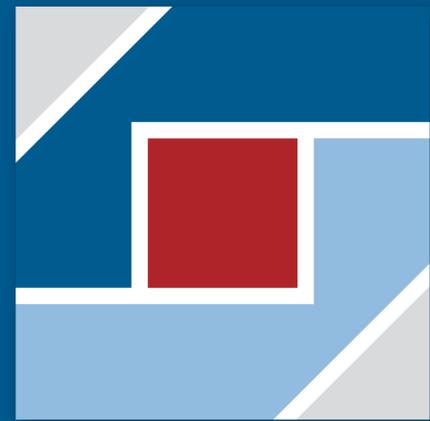


SIMDRIVE 3D



Worldwide unique simulation platform, merging the best methods for predictive dynamic analysis of power transmission systems.

CONTECS
— engineering —

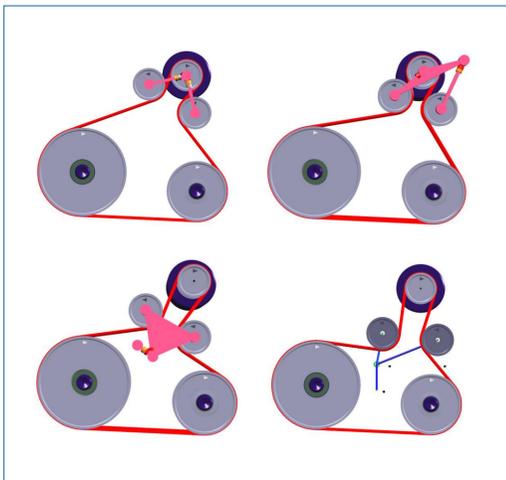
お問い合わせ：
日本代理店 株式会社アドバンステクノロジー
東京都品川区 東五反田1-8-13 五反田増島ビル3階
E-mail: sales@ad-tech.co.jp
TEL: 03-5475-1540 FAX: 03-5475-1541
URL: <https://www.ad-tech.co.jp>

SIMDRIVE 3D

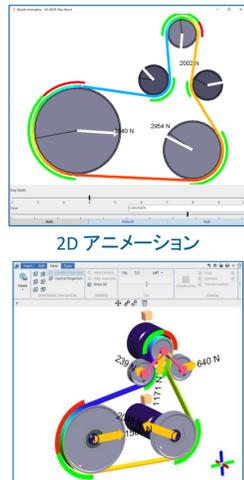
ポリVベルト

SIMDRIVE3D Standard Editionに含まれる機能の1つは、オートテンショナが付帯した摩擦ベルトドライブ(平ベルト、ポリVベルト)のシミュレーションであり、あらゆる形態の設計に対するソリューションを提供しています。追加モジュールのMulti Belt ツールでは、多段のベルトおよびチェーンを自由に組み合わせ合わせた伝達駆動のシミュレーションが可能です。

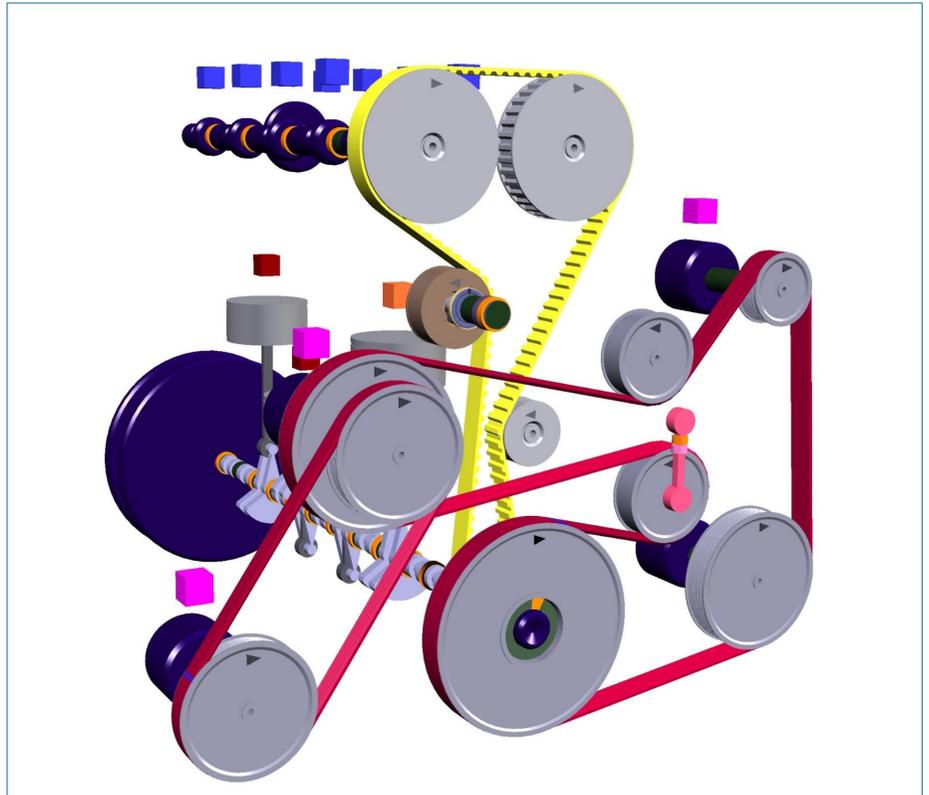
- FEAD開発用に国際的に認められたプラットフォーム
- VDAの試験によるベルトパラメータの決定
- ベルトのばたつき、すべり、損失の解析
- ベルト用の寿命予測モデル
- クラントレインやTVDの連成シミュレーション、およびパートレイン全体への組み込み



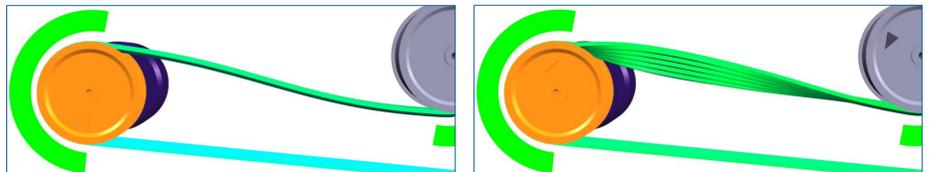
様々な始動-停止のテンショナシステム



3D アニメーション



クランクのねじり振動(1Dタイミングベルトを含む)を考慮した多段ベルトドライブ



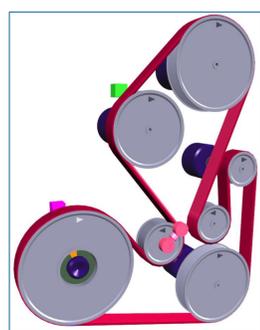
弦振動

ねじり振動

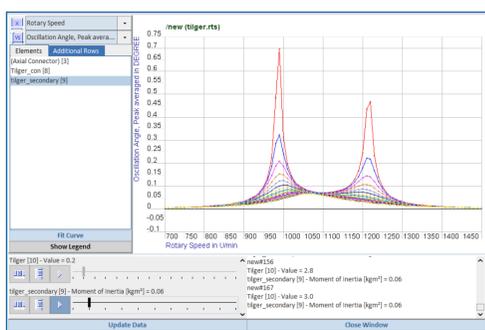
パラメータスタディ

Parameter Studies モジュールでは、モデルパラメータの変動幅と増分を指示することや、特定の出力パラメータを選択することが可能です。内臓のModel Optimizerによって指定した目標パラメータの最適条件や閾値も指示できるようになります。

- 特定パラメータの多次元解析を通じた物理依存性の把握
- 専用ポストプロセッサを使用した分かりやすい結果評価
- 統合された最適化アルゴリズム: 逐次最適化, 勾配探索, 進化戦略
- インクリメントなしで動作する強力な最適化ツールを追加: Particle Swarm Optimizer (PSO)



パラメータ検証モデル

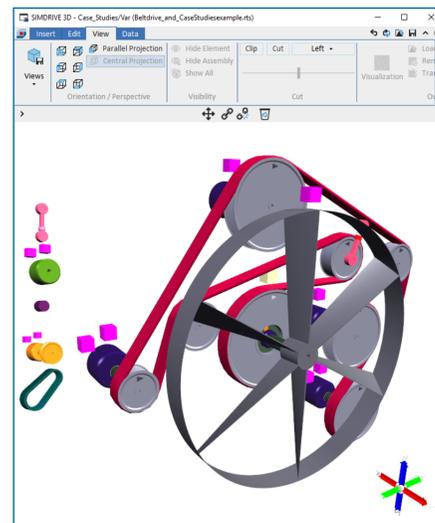


パラメータ検証用のポストプロセッサ

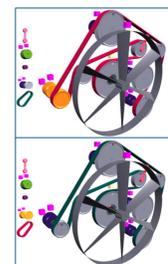
ケーススタディ

Case Studies Module を使用することで、異なる設計スタディ(サブアセンブリの置き換えなど)、パラメータや荷重の変更、さらに異なるシミュレーションタスクを実施する場合でも、容易にシミュレーションを編集して実行することが可能です。

- モデル情報は、単一のマスターモデルに格納
- 各派生モデルは、完全に機能する独立したモデルとして抽出が可能
- 標準化された評価ケースによる設計検証の迅速化



変数マトリクス



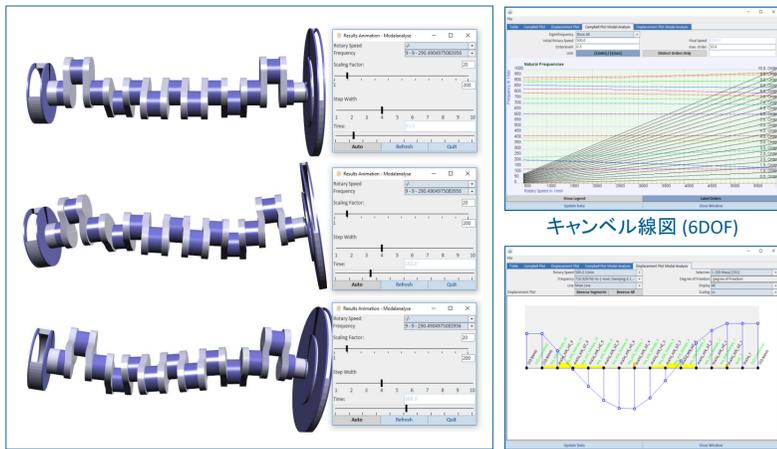
モデル変化

SIMDRIVE 3D

3D 要素群

3D Elements モジュールは、クランクトレインの曲げ振動およびねじり振動と弾性体の駆動シャフトまたは流体力学で表現するジャーナル軸受との連動に対して強力なツールを提供しています。さらに時系列解析においては、致命的な屈曲曲げとなる回転速度の巡回分析も可能にします。構造体全体の固有モードは6自由度のアニメーションで表示することができます。

- 空間フレキシブルビーム構造によるフレキシブルボディのインタラクティブな生成(駆動シャフトの3Dビーム要素)
- 1つのシミュレーションモデルで3D要素と1D要素の組み合わせが可能
- デファレンシャルギヤユニットのトランスバース駆動のモデリング



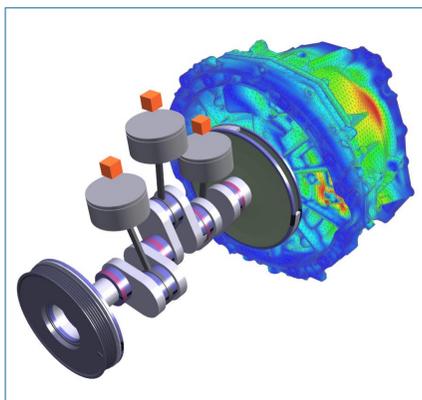
直列6気筒エンジンの固有値アニメーション

固有形式の表示

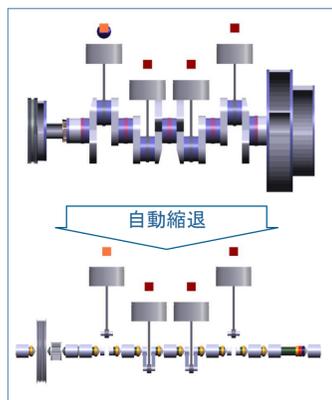
3D クランクトレイン

Advanced Cranktrain モジュールは、全てのクランクトレインタイプ(直列、V-/W-エンジンおよびボクサー エンジン)について曲げとねじり振動を組み合わせたシミュレーションが可能です。基本となるバージョンでは、クランクシャフトのねじり振動の低減が可能になります。

- ガス圧力の入力により、エンジン特性を定義
- エンジン搭載による制約を考慮した、クランクトレインの固有振動数解析
- 過渡的な助走とエンジン始動のシミュレーション
- 全てのベアリング、ジャーナルベアリングに対する変位パス、質量力、物質収支における動的な負荷
- FEADのハブ荷重影響または連携シミュレーションを介したクランクトレイン上のタイミングドライブの影響を検証
- 完全曲げからねじり振動モデルへの自動縮退



フレキシブル筐体を含むe-モータおよび3Dクランクシャフトのハイブリッドパワートレイン



3D クランクシャフトと対応する縮退部品

3D ベアリング

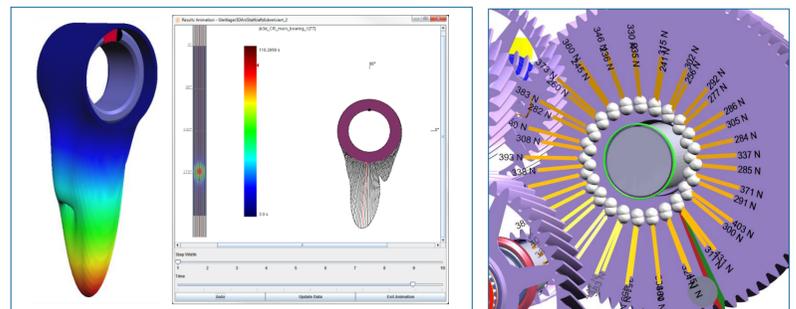
Bearing モジュールは、ジャーナルベアリング、ISO ボールベアリング/ローラベアリングまたは、弾性ベアリングの評価とシミュレーションが可能です。全てのタイプは、径方向または軸方向ベアリングとして利用可能です。加えて、筐体上に働くベアリング荷重を適用するために、ベアリングレースのモデル化が可能です。

ジャーナルベアリング:

- 動的荷重下の油穴および傾斜を考慮し、EHD手法を取り入れた時系列のレイノルズ式による複雑な解析
- 前処理で作成したデータマップを使用することで、大幅に処理時間を削減

ISO ボール / ローラベアリング:

- 詳細な形状、荷重、動的なクリアランス変化に依存した動的動作とローラボディ上の実際の圧力状態
- DIN 26281による、耐用年数の評価



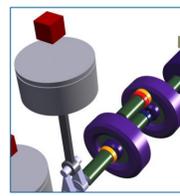
ジャーナルベアリングの圧力分布の表示 (3D および 2D の可視化)

ギヤトレインの3D アニメーション

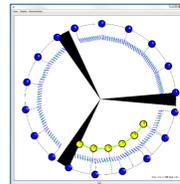
デュアルマスフライホイール

DMF Advanced モジュールは、縮退したレオロジ手法と共にデュアルマスフライホイールの複雑なマルチボディモデリングの機能を提供します。システムは1つの要素内で設定出来、内部のスプリング構造については、一般的な3つのデザインタイプを含みます。

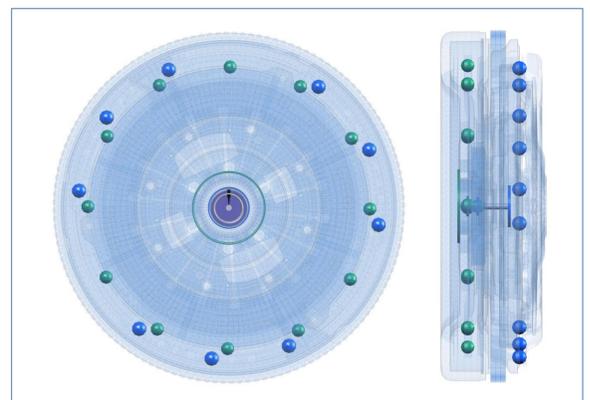
- 非線形性と回転速度に依存した摩擦および形状の影響
- 高速な検証のための一連のレオロジ要素によるDMF表現
- 1Dのねじりモデルとベアリングやプレートの曲げを含む完全な3D形状の両方に対応



1D DMF



3つのDMFタイプの2Dの可視化



1次側、2次側のフレキシブルボディが付帯した3D DMF設定

SIMDRIVE 3D

バルブトレイン & カムシャフト

Valve Train モジュールは内燃エンジンのバルブトレインのシミュレーションのために用意されています。バルブトレインの全ての部品をモデル化することが出来、詳細な検証が可能です。

- カム、バルブ、バルブスプリング、ロッカーアーム、油圧バルブラッシュアジャスタなどの単一要素での簡単な構成部品のモデル化
- 動的効果の調査: レバーがリフトオフするまでのバルブ加速度、シート荷重、ばね荷重、コイル接触およびバルブとレバーの変形解析
- Controller による燃焼背圧の考慮
- カムシャフトおよび *Boundary Element Method* モジュールを使用した離散化ばねモデル、または *NVH* モジュールを使用した全バルブ機構部品の運転時の荷重における構造解析の実施
- 最先端の可変バルブリフトおよび気筒停止システムのモデル化



タイミングベルト

Timing Belt モジュールは、NVH解析、システム負荷および動力損失のためのテンショナシステムが付帯したタイミングベルトドライブの検証およびシミュレーション機能を提供します。

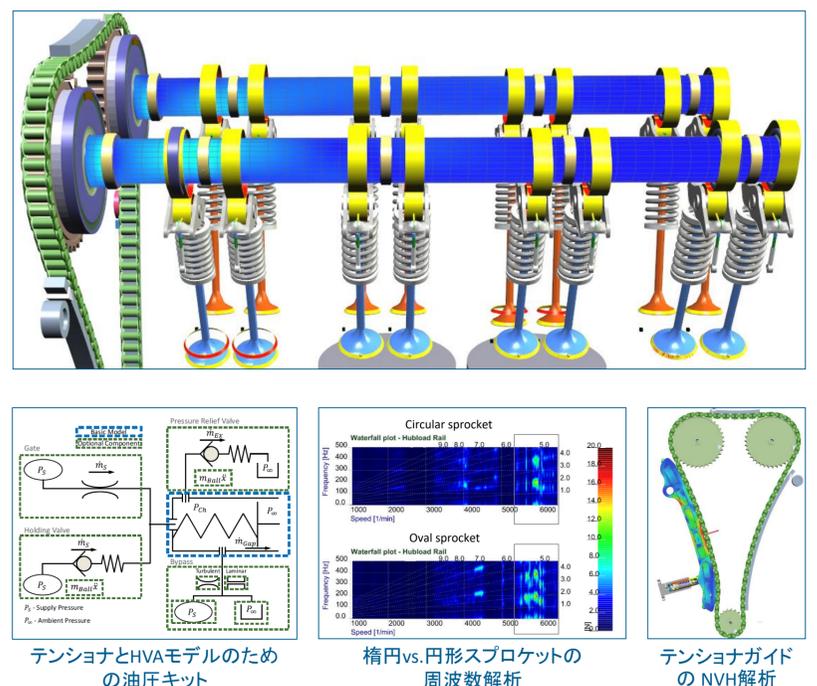
- ドライおよび油接触を含むベルト-プーリ接触の詳細な表現による動的モデル
- VDA標準手法による複雑なパラメータ定義
- 詳細設定のための2Dの可視化機能を備えた、共振を防止する非円形スプロケット
- 各プーリに対して定義する詳細形状を考慮したベルトおよび歯に作用する荷重の検証
- 動的なタイミングドライブの複雑な解析、ねじり角および弦振動など
- 任意の油接触により詳細化したレオロジ手法を用いた摩擦テンショナのモデル化のための3D テンショナシステム



チェーンドライブ

Advanced Chain Drive モジュールは、ブッシング、ローラ、サイレントチェーンからなるタイミングドライブのチェーン全体の動的なNVHの最適化や解析を行います。

- 詳細なスプロケット形状: ISO、インボリュート、サイレントチェーンのためのユーザ定義の輪郭形状
- 空隙流れや溶解空気での物理テンショナモデル
- 油圧カムフェーザのためのレオロジモデル
- 共振を防止する楕円スプロケット/不均等ピッチモデル
- 線形の弾性動作解析に使用するフレキシブルガイドレール
- チェーンドライブのNVH問題の解析およびそれを表現するための緩衝リング形状

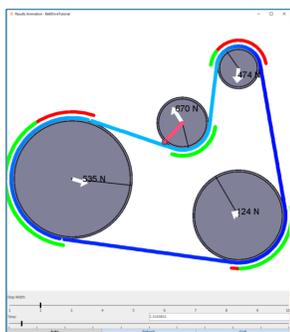


SIMDRIVE 3D

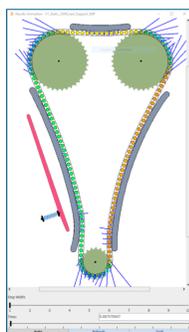
アニメーション

Animation モジュールは、ユーザが2Dと3Dのシミュレーション結果を可視化しアニメーションを作成することができるツールです。異なるモデル部品のコヒーレンスを確認するための強力なポストプロセッシングツールです。

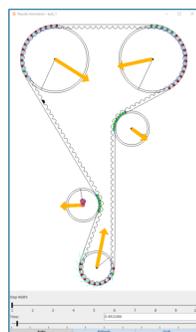
- 簡単に視覚的な分析を行うための荷重、テンション、ハブ荷重などを表示するオプション
- 3D/2Dアニメーション内に結果表示を追加
- カスタム化したカメラワークは動的な遠近法と魅力的なブレゼンテーションに役立ちます。
- アニメーション化したMBSモデル内でのBEMおよびNVH要素の応力の可視化
- カスタマイズ可能な凡例により、特定の結果の選択やメッシュ結果の表示範囲の編集などが可能
- アセンブリのSTEPファイルの表示



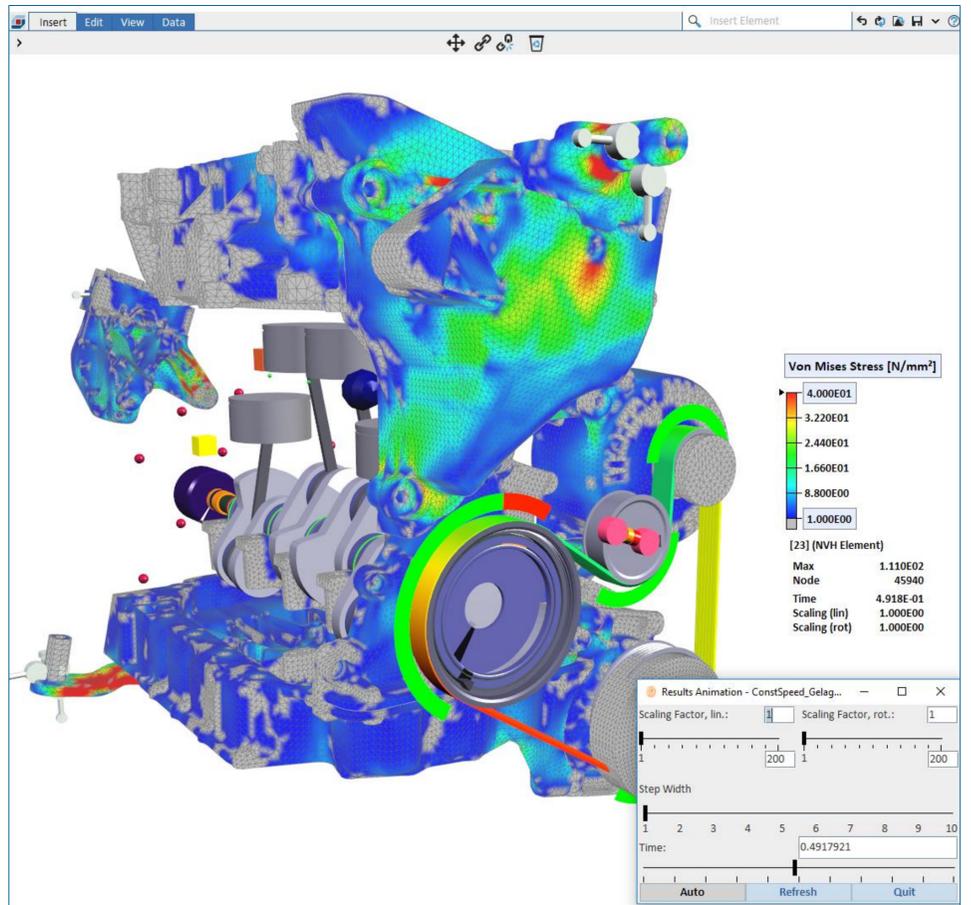
2D ベルトドライブ
アニメーション



2D チェーンドライブ
アニメーション



2D タイミングドライブ
アニメーション

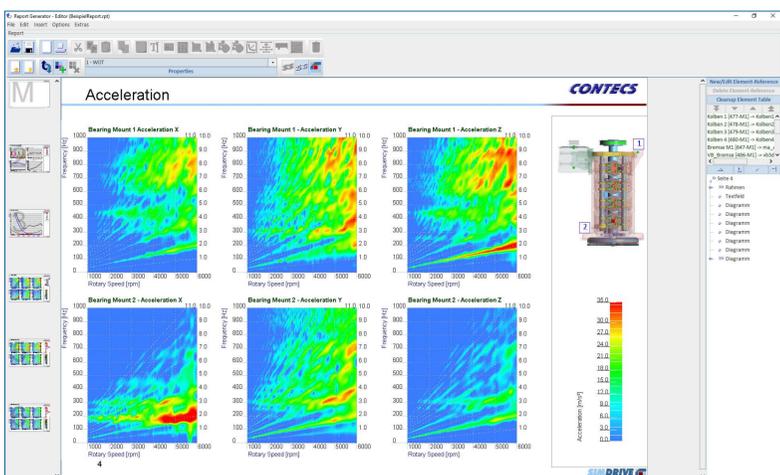


エンジン筐体の応力解析 - MBS と FEM 部品を組み合わせたアニメーション -
メッシュ上の灰色のエリアは、結果表示に対して定義した最小応力以下のエリア

レポート生成機能

Report Generator は、企業のあらゆる設計に適した、完全カスタマー定義のレイアウトに対して事前出力結果設定を行い、各企業の標準的な解析を簡単に実施することが出来ます。このツールは、テンプレートとして標準的なVDA-FEAD解析項目を含みます。

- 2D-、極座標プロット-、ウォーターフォール、キャンベル線図およびその他のグラフフォーマットに対応
- 特定のレポートにおいて評価項目の事前定義
- シミュレーションタスク/または測定結果との比較
- シミュレーションモデルとデータリンクによる結果についての付加情報の選択
- 定義されたデータリンクを使用したグラフ範囲のグローバルな変更
- レポート用のシミュレーション結果の簡単な標準化

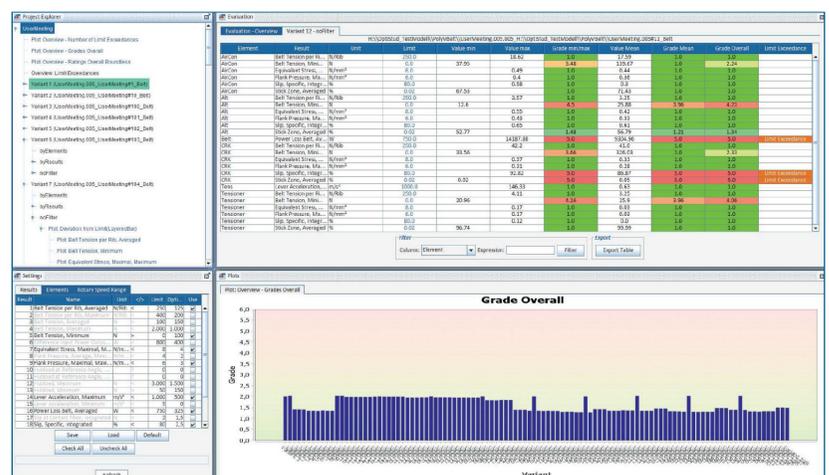


Report Generator のメインパネル

評価の最適化

OptiStud Evaluation は、多数のモデル変数の結果を評価することを助ける強力なポストプロセッシングツールです。この機能は、変数の影響度を簡単かつ迅速に調査することが出来、多数の解析結果を検証する必要を減らします。

- 最適な比較機能による結果の明確な評価
- 最適値を考慮し解析数制限の優位性を持たせた評価システム
- 様々なチャートと色のグラデーションによる可視化



OptiStud Evaluation のメインパネル

SIMDRIVE 3D

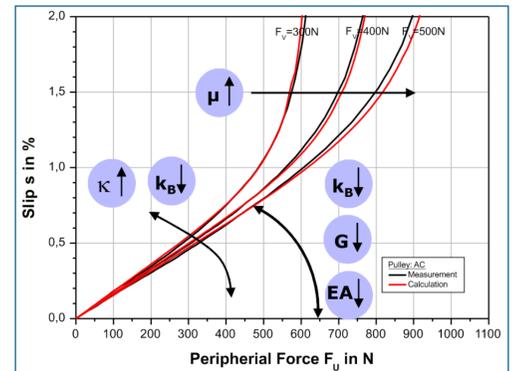
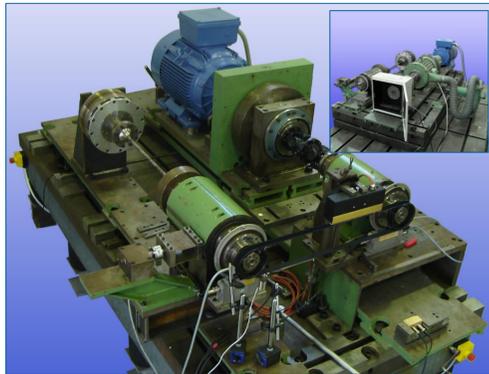
測定サービス

CONTECS 社では、ポリVベルト、タイミングベルト、チェーンおよび粘性・ゴムダンパ特性取得のための専用の測定装置が利用可能です。ラボでは統合した材料分析や成分分析サービスを提供しています。信頼できる測定データは、MBSモデルのパラメータ同定において必要不可欠なものです。ポリVベルトに対して確立されたVDA標準の手法は、SIMDRIVE3Dでのみ利用可能です。測定の実施とパラメータ最適化を自社内で実施出来ることは、可能な限り最高のMBSシミュレーションを実施するためのCONTECS 社のコアコンピタンスの1つです。

トルク & ねじり振動試験

ポリVベルトおよびタイミングベルトの伝達動作に関する初期張力およびトルクの効果は、モデルパラメータの決定において基本的な情報です。ゴムや粘性ダンパの機械特性および温度、周波数、振幅に対するそれらの感度についても分析が可能です。

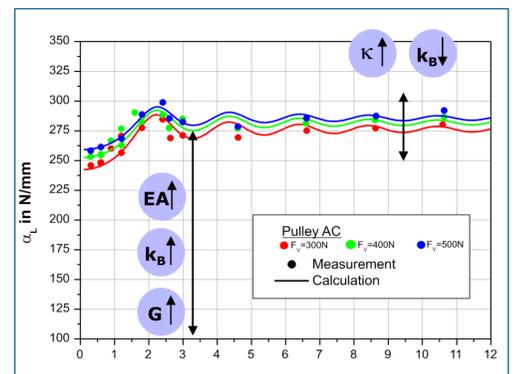
- 様々なプーリ直径、初期張力、温度に対するポリVベルトの摩擦係数およびすべり曲線の測定
- 同期ベルトのタイミング誤差の測定



縦振動試験

ベルトプーリシステムの縦剛性特性は、プーリ直径、初期張力、回転数を様々な組み合わせで運転することにより分析されます。最終的なパラメータ最適化は、縦振動試験装置およびねじり振動試験装置の両方の結果から実行されます。

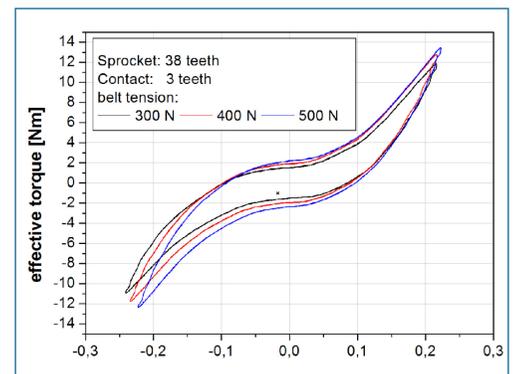
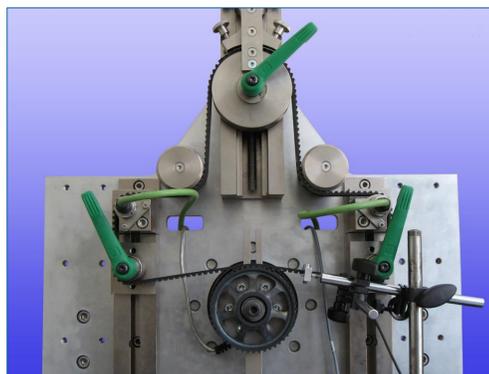
- ベルトの芯線とゴム材の剛性
- ベルトの弦振動の減衰パラメータ
- ベルトの曲げ剛性による損失分析



歯の接触

タイミングベルトのパラメータ決定は、歯接触の詳細を確認せずに行うことは出来ません。無回転の試験装置によりタイミングベルトの歯とスプロケット間の相互作用を確認します。測定器で測定されるベルトの材質や形状により歯の剛性が決定されます。

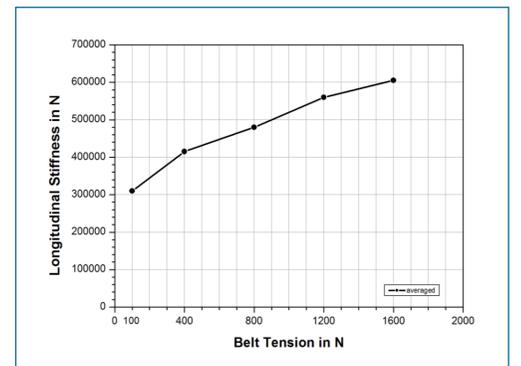
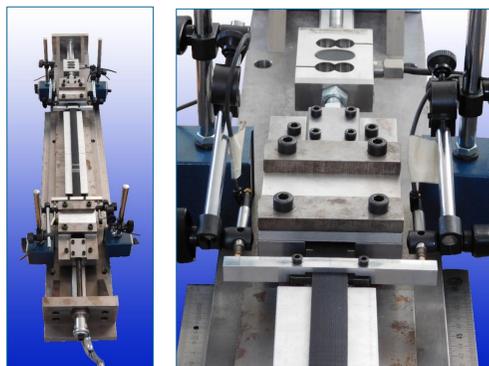
- 歯の剛性は、荷重の高次関数として表現 (2次 / 3次)
- 摩擦係数
- ベルトとプーリ間のバックラッシュ



静的な剛性試験

ベルト、芯線およびチェーンの縦剛性を特定します。張力測定で知られているように、1つのベルトまたはチェーンの一部をスピンドル駆動の装置に設置し、様々な荷重で伸ばして測定します。検査サンプルでの変位測定およびロードセルデータから、荷重-ひずみ曲線が得られます。これらの結果から、部品の非線形性が確認出来、より高精度なモデリングに利用出来ます。

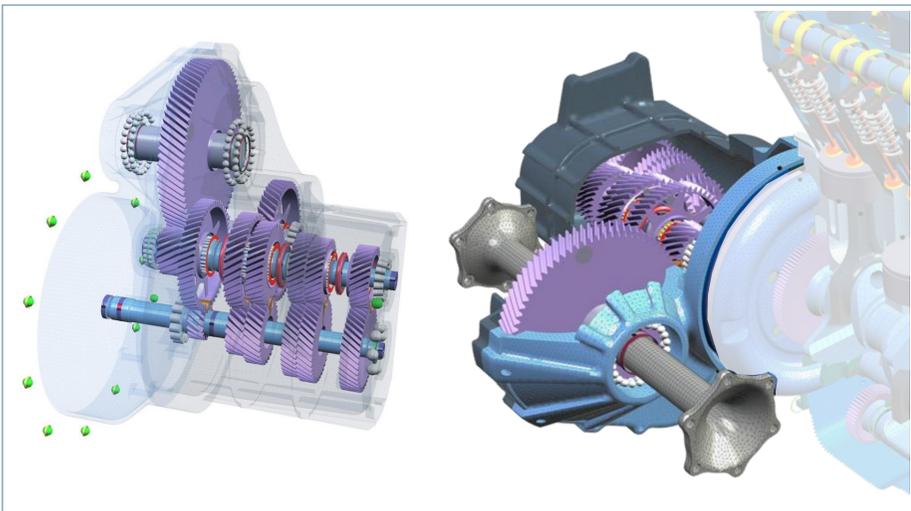
- 様々な平均張力レベルでの静的剛性結果
- ベルトおよびチェーンの縦剛性における非線形性の特定



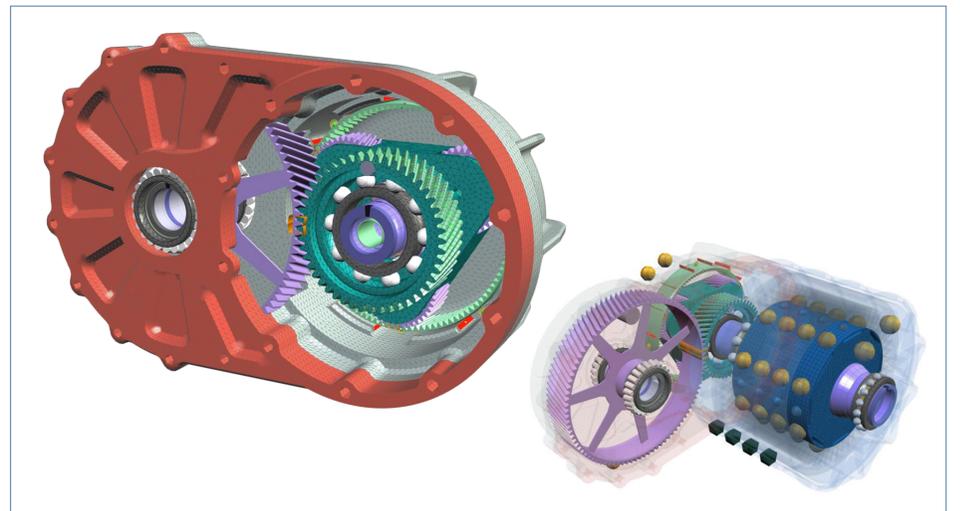
SIMDRIVE 3D

3D ギヤトレイン

Gear Train モジュールは、トルクと荷重の伝達するギヤ接触において特殊な動作を考慮しギヤトレイン特有の効果をシミュレーションするためのツールを提供します。計算は、ギヤメッシングの実際の形状モデリングと要求される結果詳細度に応じた接触シミュレーション手法に基づいて実行されます



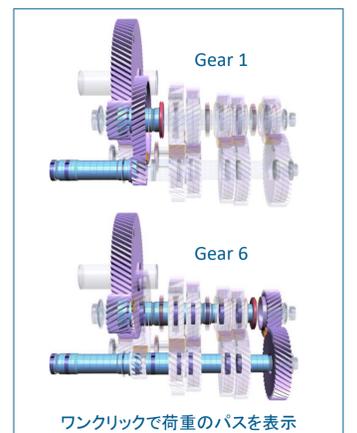
フレキシブル筐体を含む3D クランクシャフトが付帯した3D ギヤボックスモデル



フレキシブル筐体を含む電気モータが付帯した3D 遊星歯車機構

ギヤボックス特有の要求に応じたモデリング方法

3D ギヤホイール	3D ベアリング	構造解析 (BEM/FEM)	特有の機能
<ul style="list-style-type: none"> 歯形状の変数設計 クラウンニング 歯車の誤差 形状データのインポート EHD 接触減衰 完全な 3D 接触シミュレーション 歯接触パターンの分析 衝突の検知 完全なフレキシブルギヤ構造体 	<ul style="list-style-type: none"> 回転体に生じる実際の圧力状態および詳細形状、荷重、動的クリアランスに依存する動的動作 フレキシブル構造体内の実際の荷重分布を求める複数質点のベアリングモデリング DIN26281による定格寿命の計算 	<ul style="list-style-type: none"> シャフトのモデル化のための統合されたBEM機能 筐体およびその他の複雑部品のフレキシブル構造体から生成されるFEMのインポート 運転時のノイズ評価のためのNVH機能の連携 	<ul style="list-style-type: none"> 異なる運転状態をすばやく切り替えるための設定を可能にするGear Box Control 要素 過渡的なギヤボックスの状態をシミュレーションするためのクラッチやスライドカラーなどのシフト要素 ギヤボックスのデータシート 荷重伝達のルートパスの表示



1つのシミュレーションモデルで静的および動的な解析実行

静解析	動的な解析
<p>定荷重条件のシミュレーション</p> <ul style="list-style-type: none"> 筐体構造の荷重および変位 ギヤメッシュ荷重 ベアリング荷重 ギヤメッシュの誤差 ノーマルバックラッシュ シャフト変位 	<ul style="list-style-type: none"> ギヤシフト、荷重変化の反応および歯接触の詳細解析のような過渡的な運転条件の評価 システム固有の加振または関連した位置での荷重振幅に対する共振の確認などを目的とした定常運転時のシステムの動的動作の評価 NVH、音響放射パワー (ERP) および応力分析のためのFFT結果のウォーターフォールおよび 3D-プロットポストプロセッシング 接触パターンの可視化
<p>ギヤメッシュの接触荷重</p> <p>ベアリング荷重</p>	<p>時系列結果</p>
<p>筐体の構造解析</p> <p>ベアリング荷重分布のエキスポート</p>	<p>回転数に対する結果</p>
<p>ギヤメッシュの誤差</p>	<p>ウォーターフォールプロット</p>
<p>シャフト変位と断面トルク/荷重</p>	<p>NVH-筐体の表面加速度</p> <p>接触パターンの分析</p>

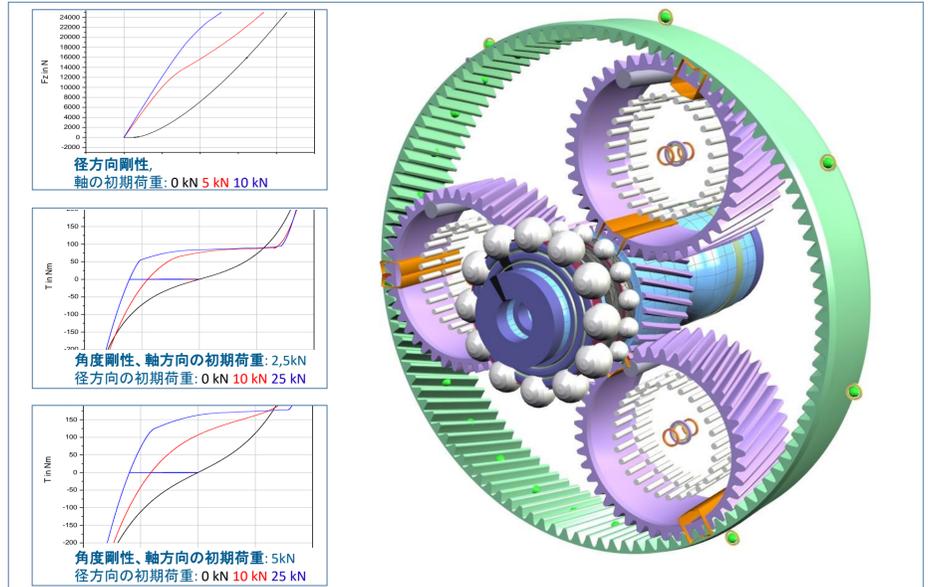
SIMDRIVE 3D

転がり軸受け

転がり軸受けはその特性により度々使用される部品です。その複雑な非線形剛性動作は、ドライブトレイン内の全ての部品の変位/変形と同様に荷重分布にも広く影響します。またギヤの噛み合い誤差のような他の荷重に依存した評価基準にも影響を与えます。

SIMDRIVE3D の ISO Ball / Roller Bearing 要素の機能

- 高速なシミュレーション
- 高精度な応力分布およびベアリング剛性の計算
→ 現実的なベアリングの変位/傾斜角
- 入力パラメータ: 詳細なベアリング内側の形状
- クリアランスおよび初期荷重条件の簡単なシミュレーション
- ベアリング荷重のアニメーション

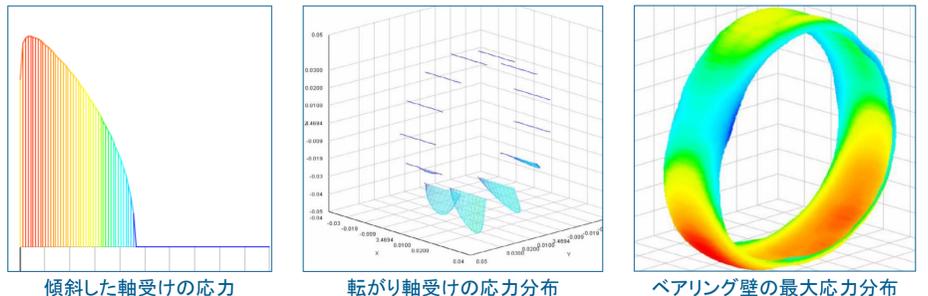


転がり軸受けおよびベアリングの剛性曲線が定義された3D遊星歯車機構

転がり軸受けの評価: 設計および採用

耐用年数の評価計算は、荷重スペクトラム、温度のプロファイル、潤滑油の状態の定義を可能にします。結果は、寿命評価だけでなく、荷重スペクトラムの全ての部分の詳細な分析が行えます。この機能は、寿命を減らす要因の特定や適切なベアリングの選択に役立ちます。

- ベアリング壁の応力分布
- 高解像なシミュレーション結果に基づき、ISO 26281により変更された定格寿命を参照
- ポストプロセッシング: Report Generator機能では標準の表形式でより詳細な確認が可能
- 時系列、回転数、FFTの専用のポストプロセッサ



傾斜した軸受けの応力

転がり軸受けの応力分布

ベアリング壁の最大応力分布

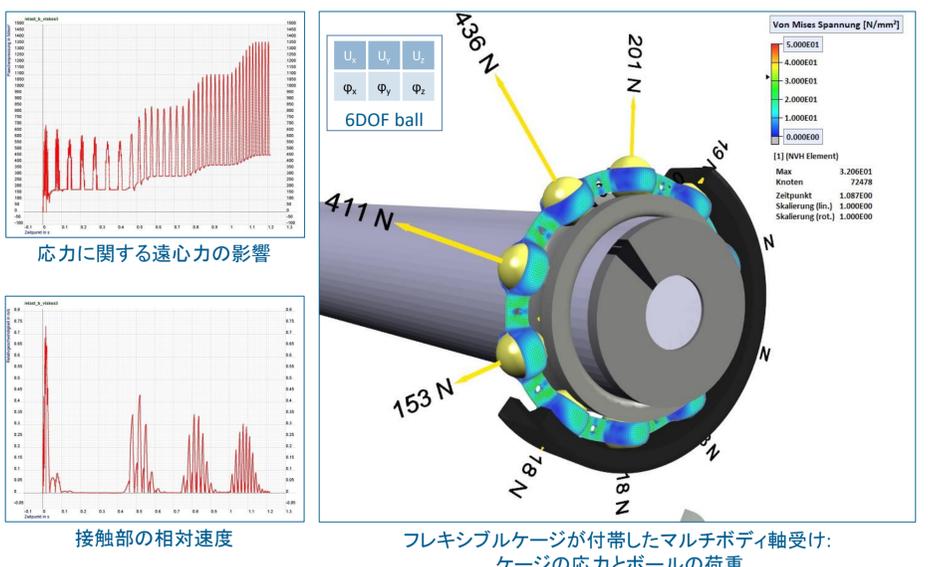
deep groove ball bearing 6405					Nominal Performance Rating [h] : 946.481 Modified Performance Rating [h] : 8119.941			
Weighting [%]	Tension max [N/mm ²]	Load max [N]	Kappa min	a DIN min	nom. L [h]	nom. Performance Fraction [%]	mod. ref. L [h]	mod. Performance Fraction [%]
0.938	897.995	194.951	4.0	50.0	9.281E7	9.561E-6	4.641E9	1.64E-6
1.562	1396.85	762.542	4.0	50.0	547412.63	0.003	2.737E7	4.635E-4
1.25	2038.556	2323.598	4.0	50.0	12527.987	0.094	626399.375	0.016
2.5	2895.467	6548.468	4.0	17.047	384.57	6.153	6724.304	3.019
4.688	897.995	194.951	1.238	50.0	9.281E7	4.78E-5	4.641E9	8.202E-6
7.812	1396.85	762.542	1.751	50.0	547412.63	0.014	2.737E7	0.002
6.25	2038.556	2323.598	2.144	50.0	12527.987	0.472	626399.375	0.081
12.5	2895.467	6548.468	2.476	10.678	384.57	30.764	4199.868	24.167
4.688	897.995	194.951	0.935	50.0	9.281E7	4.78E-5	4.641E9	8.202E-6
7.812	1396.85	762.542	1.323	50.0	547412.63	0.014	2.737E7	0.002
6.25	2038.556	2323.598	1.62	50.0	12527.987	0.472	626399.375	0.081
12.5	2895.467	6548.468	1.871	8.127	384.57	30.764	3191.048	31.807
4.688	897.995	194.951	0.727	50.0	9.281E7	4.78E-5	4.641E9	8.202E-6
7.812	1396.85	762.542	1.026	50.0	547412.63	0.014	2.737E7	0.002
6.25	2038.556	2323.598	1.259	50.0	12527.987	0.472	626399.375	0.081
12.5	2895.467	6548.468	1.454	6.354	384.57	30.764	2491.41	40.74

Report Generator の表: 荷重スペクトラムの詳細分析

マルチボディ 転がり軸受け

マルチボディ転がり軸受けは、動的にベアリング内部の詳細分析を可能にする最先端のベアリングモデルです。

- それぞれのボール要素を6自由度で表現(6 DOF)
- Flexible Body 要素でケージをモデリング
- ケージの動的計算: 変形、応力、強度評価
- 接触およびケージの動的動作の応力分布に関して遠心力の影響を考慮
- 接触部のすべりを考慮



応力に関する遠心力の影響

接触部の相対速度

フレキシブルケージが付帯したマルチボディ軸受け: ケージの応力とボールの荷重

SIMDRIVE 3D

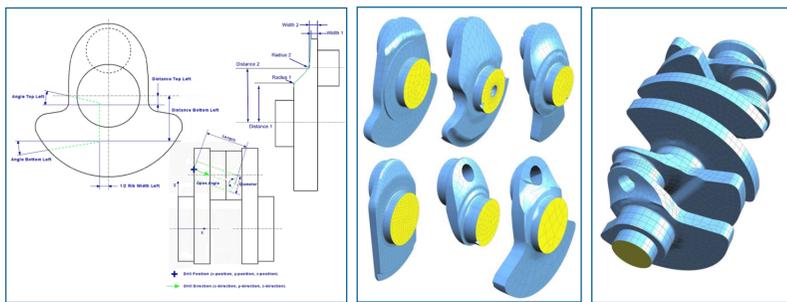
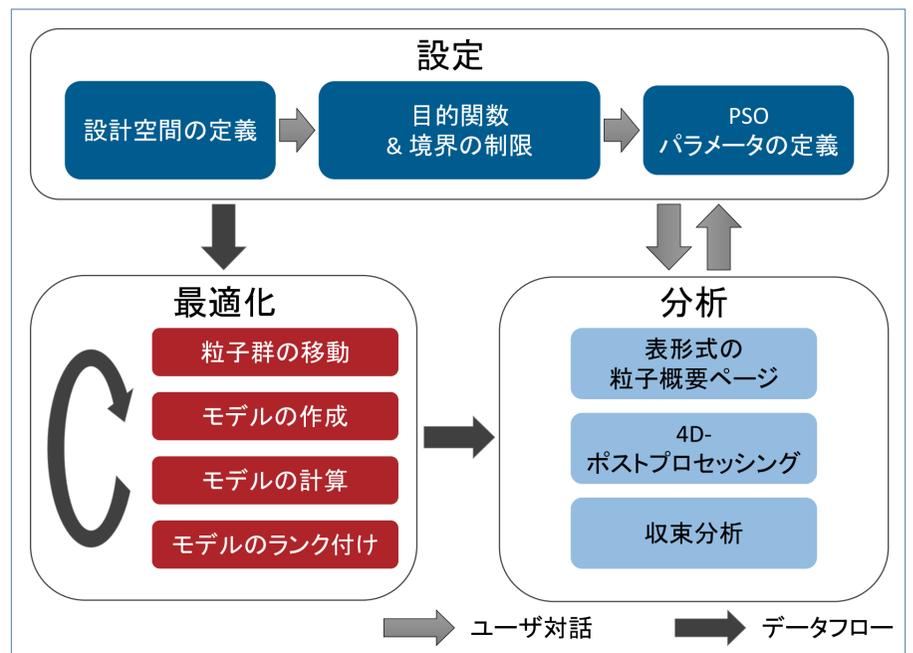
トポロジ最適化

SIMDRIVE 3Dのほぼ全てのエンジン部品は、パラメトリック要素になります。これらの要素は、搭載されている強力な最適化ツールによって自動的に最適化を行うことができます。最も先進的なプロセスの一つとしてクランクシャフトのトポロジ最適化が挙げられます。この最適化には自動メッシング、バランシング、モーダル縮退、MKSシミュレーションおよび疲労評価が含まれています。このプロセスには、非常に多次元の変数空間や相反する目的関数が特徴として挙げられます。搭載されている**Particle Swarm Optimization** アルゴリズムにより、開発過程において革新的なデザインを迅速に得ることが可能です。

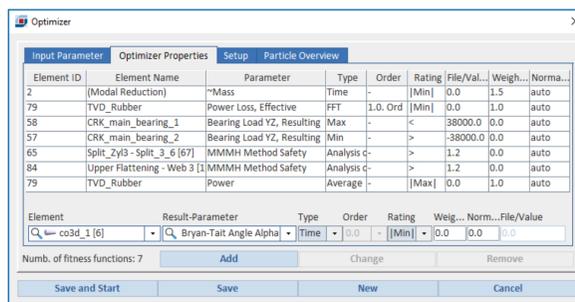
粒子群最適化

自然的で進化論的な群知能に基づいた粒子群最適化 (PSO) は、SIMDRIVE 3D Optimizerにメタヒューリスティックを基にした最適化手法を追加しています。それらは、任意の目的関数または測定値と一致させるなどの目的のためのトポロジ最適化とパラメータ同定のため特別に設計されています。

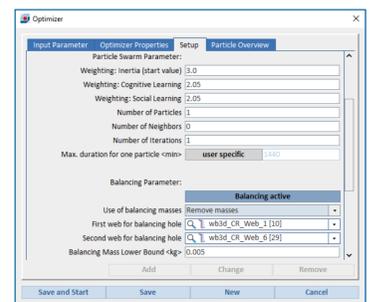
- 発見的な手法による魚群や鳥群の移動を模倣 (狩猟採集、保護等)
- 個々の粒子の位置としたポテンシャル解のモデル化
- 多次元、連続変数空間の高効率な最適化
- 任意の設計空間に対する適応アルゴリズムパラメータ
- 粒子群の移動の分析や主要結果の抽出を可能にする対話式的ポストプロセッシングツール
- 最適化されたクランクシャフトトポロジーのCAD出力機能



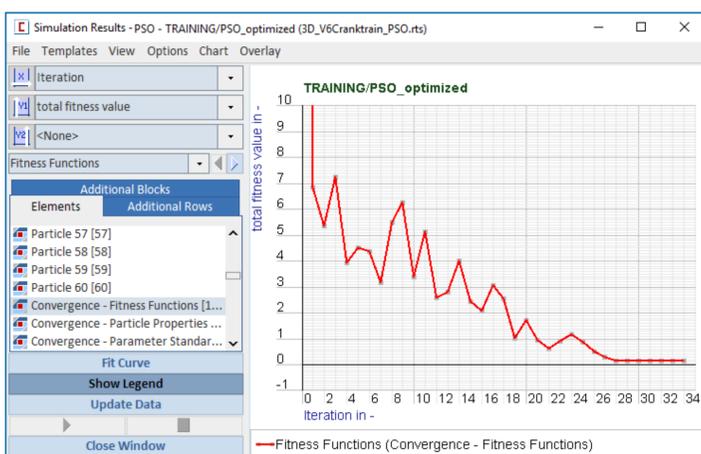
変数定義が可能なウェブのパラメータとparametric web要素



目的関数 & 境界制限



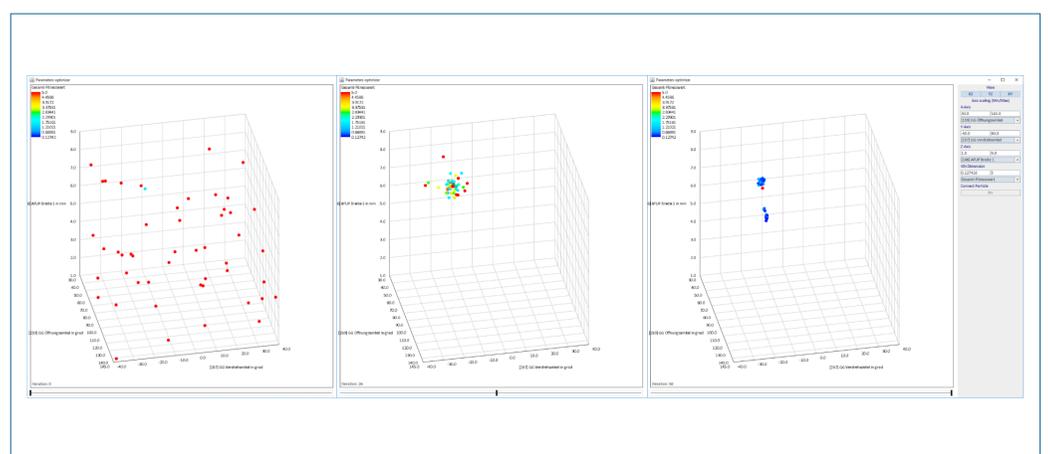
PSO パラメータ



分析機能: 収束グラフは全ての反復計算における最良解を得るまでのプロセスが表示されます。粒子群の現在の状態と収束解を決定するため最適化プロセスの間に利用することができます。

Iteration:	20
Initial model	[10] Stiffness <Nm/rad> [10] Damping <Counter> [9] Moment of Inertia <[3] Torque, 1.0. Ord., [N] [8] Power Loss, Effective total fitness value
18.3	0.5 0.05 1.9625669 0.0032388575 1.9779966
Global best	[10] Stiffness <Nm/rad> [10] Damping <Counter> [9] Moment of Inertia <[3] Torque, 1.0. Ord., [N] [8] Power Loss, Effective total fitness value
6 (iteration: 16)	17.233 5 0.2 1.4867826 0.0034675424 1.6568904
Iteration best	[10] Stiffness <Nm/rad> [10] Damping <Counter> [9] Moment of Inertia <[3] Torque, 1.0. Ord., [N] [8] Power Loss, Effective total fitness value
13	17.238 5 0.2 1.4867889 0.0034675125 1.6568905
Standard deviation	[10] Stiffness <Nm/rad> [10] Damping <Counter> [9] Moment of Inertia <[3] Torque, 1.0. Ord., [N] [8] Power Loss, Effective total fitness value
0.559	0.004 0.003
Particle ID	[10] Stiffness <Nm/rad> [10] Damping <Counter> [9] Moment of Inertia <[3] Torque, 1.0. Ord., [N] [8] Power Loss, Effective total fitness value
1	16.986 5 0.2 1.4876075 0.0034681156 1.6575987
2	17.302 5 0.2 1.4869639 0.0034670893 1.6569557
3	17.205 5 0.2 1.4867607 0.0034676928 1.6568975
4	17.211 5 0.2 1.486768 0.0034676653 1.6568987
5	17.201 5 0.2 1.4867601 0.0034677137 1.6569004

分析機能: 粒子の概要ページには、初期モデル、全体、反復後の最良解を含めた数値の詳細が表示されます。



分析機能: 変数設計空間における粒子の状態を4D-プロットで表示します。それぞれの反復計算を通じて、粒子群は異なるエリアに収束することもあります。最後の反復計算後に、粒子群は2つの極値に収束しています。カラースケールは、それぞれの粒子の総合的な適応度を示します。

その他の用途

ほとんどの最適化業務は、SIMDRIVE 3DのPSO Optimizerで取り組むことができます。以下はその代表的な適用例です。

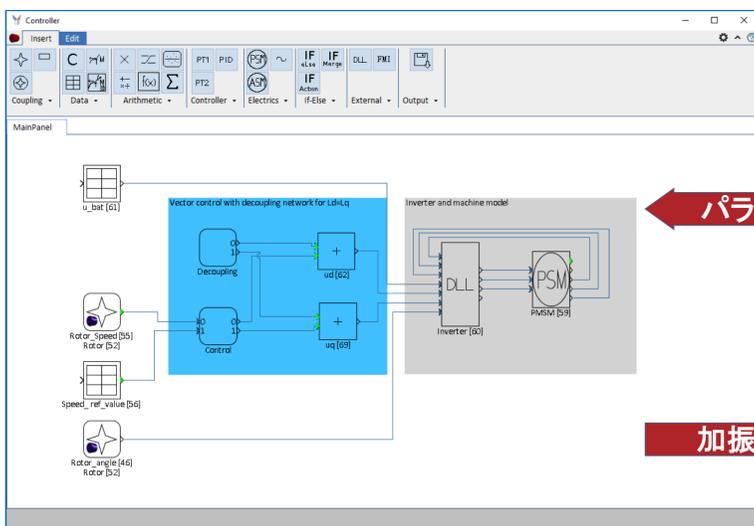
- 目的のヒステリシスを含むレオロジー部品の最適化 (PSO Optimizerは、Rheo-Optimizerにも組み込まれています。)
- 測定された特性曲線に合わせたTVDのパラメータ最適化
- ギヤホイールおよび歯の輪郭形状の最適化

SIMDRIVE 3D

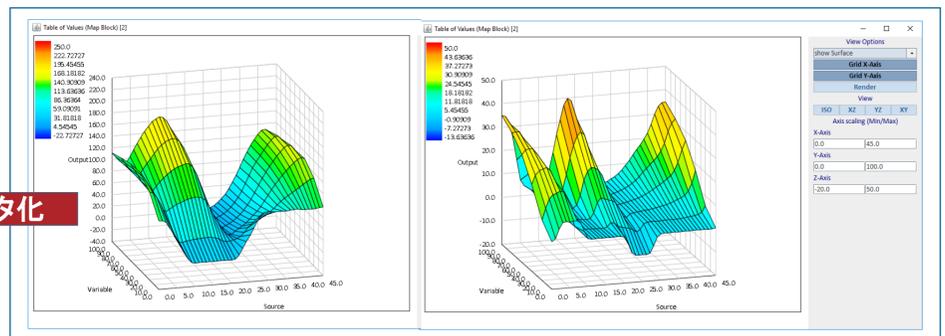
電動パワートレイン

Controller モジュールは、制御された電気機械を改良するための様々な手法をサポートしています。同期モータや誘導モータのための基本的な解析モデルは、精度をより追及するためにFEM解析でパラメータ化することが出来ます。

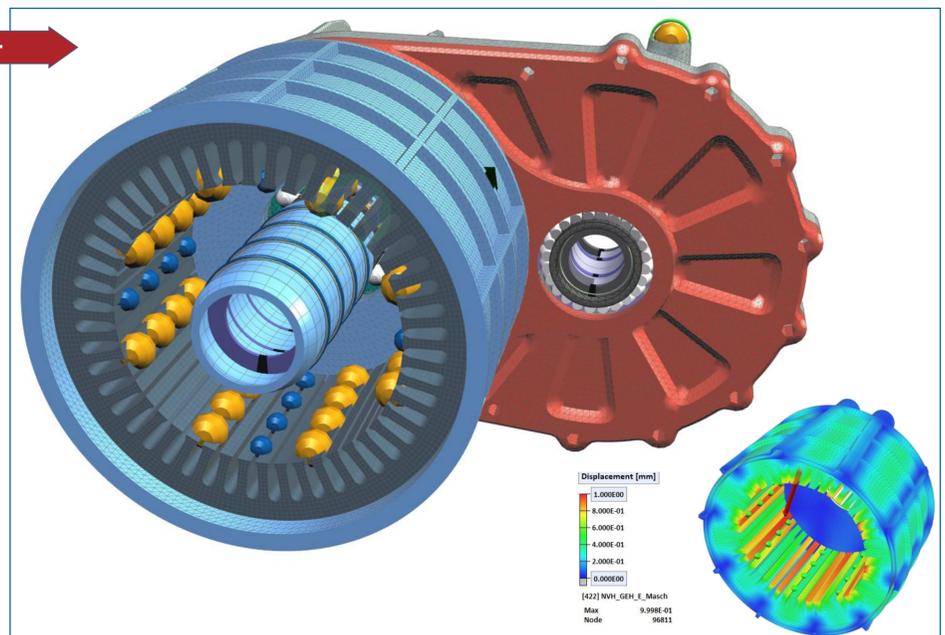
- インバータ、機械、制御図は様々なレベルでモデル化が行えます。
- 一般的な制御ループの効率的なモデル化のため、制御要素が用意されています。
- CONTECS DLL-Wizardを使用した先進的な制御ロジック設計のためC++の形式のインポートが可能
- FMU 要素を使用することで、コシミュレーションのためにサードパーティのマシンモデルの読み込みが可能



同期モータの制御設定



3Dの荷重マップは、電動パワートレインの入力として使用されます。



外部データは、マシンモデルのパラメータ化とフレキシブルMBS構造体の3Dの加振力に使用されます。

磁気力による加振

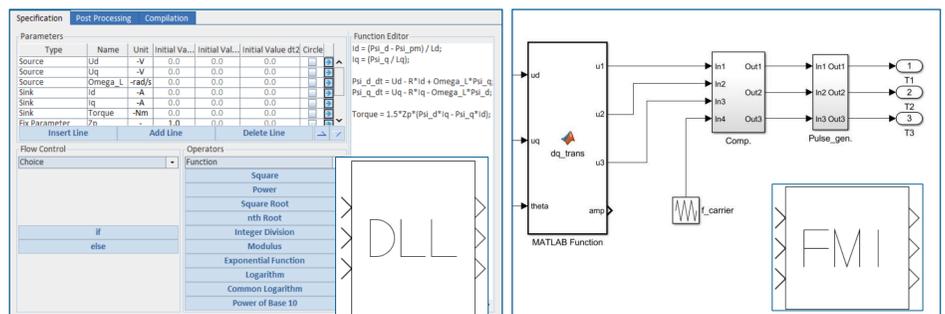
先進的な構造および音響解析のためには、モータトルクの近似的な表現では不十分です。電磁界ギャップ分布の結果として得られる接線方向および径方向の表面荷重を考慮する必要があります。Air Gap Field 要素は、全ての時間ステップにおいて適切な数値に基づき、フレキシブルなロータとステータボディを加振することが出来ます。

- 離散化した運転条件において、事前に計算された力密度の表を読み込むことが出来ます。
- この励振要素は、Controllerブロック、DLL、サードパーティのFMUの出力と組み合わせ利用出来ます。

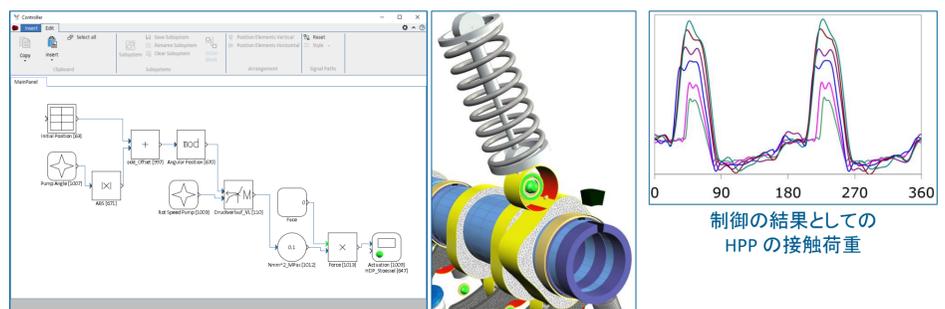
システム制御

Controller モジュールは、制御構造の設定やセンサ、コントローラ、アクチュエータを含む従来のPID制御ループの構築を可能にします。

- 制御対象のシステムの設定、高圧ポンプおよび燃焼背圧構造体、テンショナ、その他の機構と同様、アイドル回転数制御または始動プロセスなどに対応
- ガス圧力の励振を考慮した実際のエンジンと比較可能で制御構造を持ったエンジンモデルのアセンブリ
- 制御システムの全ての要素はモジュール式に改良され、オブジェクト指向になっています。
- カスタム要素は、DLL-Wizardで作成するか、FMI インターフェイスを介してインポート出来ます



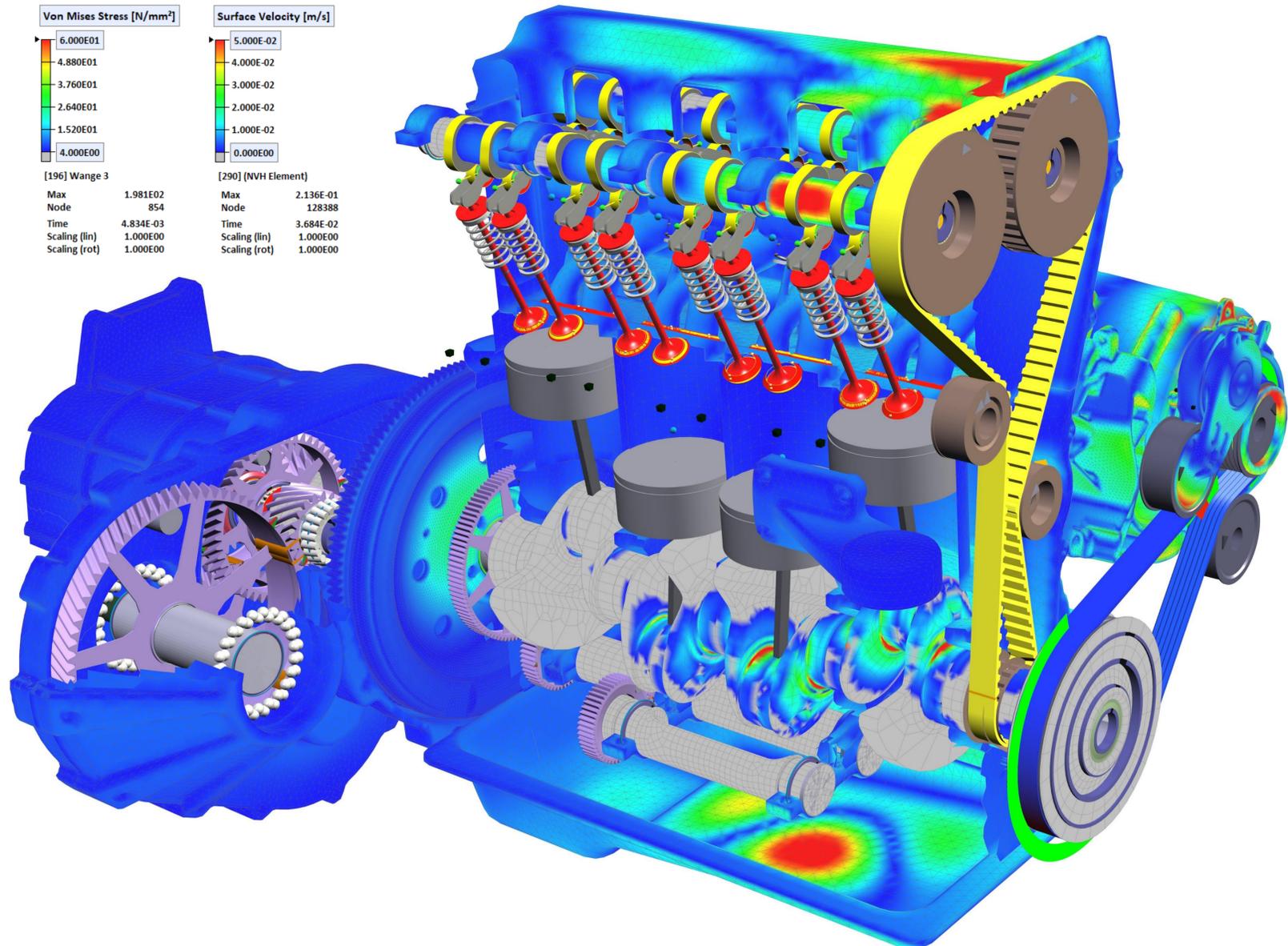
カスタムモデルは、FMI ブロックを介してインポートするか、C++ DLL Wizardで作成することが出来ます。



HPP 制御構造図

制御の結果としてのHPPの接触荷重

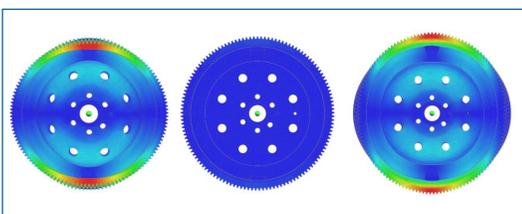
SIMDRIVE 3D



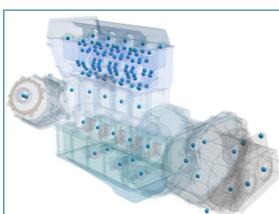
構造解析

構造機械特性を表現するため、*Flexible Body* および *Modal Calculation* の2つの要素は、MBSDシミュレーションの近代的な手法を備えています。SIMDRIVE3Dは、Craig-Bamptonやその他の一般的な区分モード合成法(CMS)により、フルFEモデルから削減したFEモデルを使用します。3D質点および3Dの接続要素と削減したFE構造の組み合わせは、モデリング作業を強化します。MBS要素全体にグローバルな縮退としてModal Calculationを適用することで、シミュレーションの高速化を強力に推進します。

- モーダル解析の関連結果は、連結する構造体の解析も含めることができます。
- ねじり振動解析に対しては、筐体に接続されていないモーダル自由度(節点)を考慮することが可能
- 3D クランクシャフト、FED、バルブトレイン、ギヤボックス、弾性筐体、ベアリング集合等のモジュールアセンブリを含む全体のシステム



フレキシブルフライホイールの固有値解析



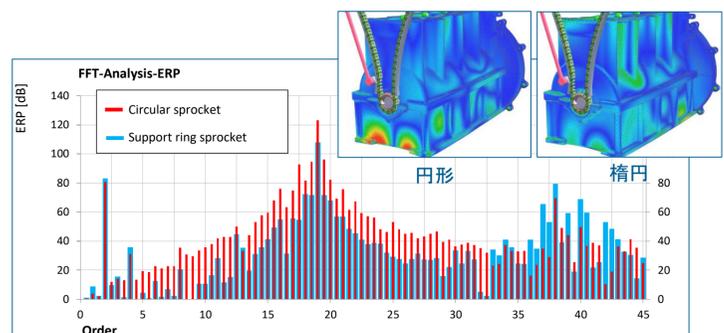
メッシュ表示したフレキシブル筐体

NVH

NVH モジュールは、運転中の動的な負荷に対して内臓の構造解析ソルバを実行します。

MBS シミュレーションから得られた結果は、FEメッシュ全体の応力や変位を計算するため後退代入されます。さらに、統合された音響のポストプロセッシングツールにより、表面上に配置されたパッド全体から放射音響パワー(ERP)の評価が可能です。

- プリプロセッシングとしてモーダル解析によるFEA構造の動きを線形化
- NVH要素およびFlexible Body要素間の自動連携のためのRBE2 および RBE3検出機能
- 表面要素としてTria および quad、構造体内部のソリッド要素としてPenta、hexaおよびtetra要素に対応
- 変形、表面速度、表面加速度、応力のアニメーションによるポストプロセッシング



エンジンフロント部のERP解析に関連した、円形および楕円クランクシャフトスプロケットの比較