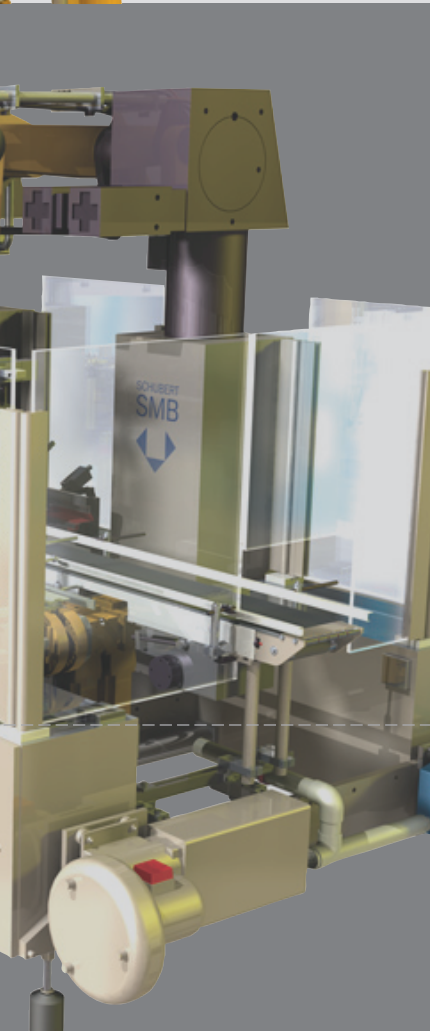
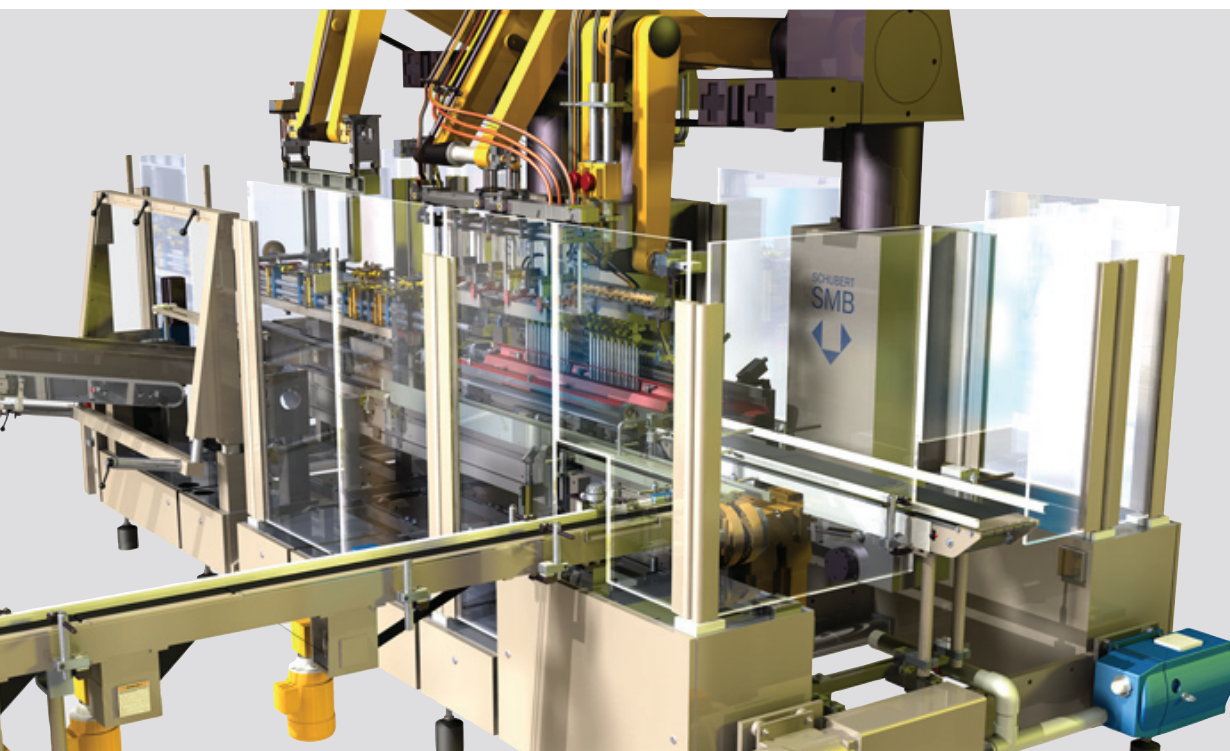


# 機械設計者のための解析ガイド



## 概要

このガイドでは、機械設計者およびメーカーの直面する主要なパフォーマンス関連の問題について解説し、製品開発サイクルで SolidWorks® 解析ソフトウェアを使用する利点について紹介します。SolidWorks ソフトウェアは自動機械加工から包装機械に至るまで、すべての機械設計分野の広範な問題の解析に適用できます。このソフトウェアの静解析、モーション解析、熱解析、振動解析、流体解析、および非線形解析等の強力な解析機能により、開発する製品の設計仕様を満足し、かつ使用現場での信頼性を確保することが可能です。

## はじめに

解析およびシミュレーションソフトウェアは大規模な機械を開発する上で欠かせないツールです。これらのツールを使うことにより、設計サイクルの早い段階で設計を評価する、現場での初期故障の原因を突き止める、コストと重量を削減するための設計変更を迅速に検討する、製品の安全率を調べる、などのことが可能になります。解析ツールの利用は、開発対象の規模と複雑性から、特に機械設計者にとって非常に重要です。解析ツールを使うことによって、機械に多数の可動部品が含まれるため設計者のチェックだけでは見逃されてしまう可能性がある問題点を発見することができます。

解析ツールを使うことによって、機械に多数の可動部品が含まれるため設計者のチェックだけでは見逃されてしまう可能性がある設計上の問題点を発見することができます。

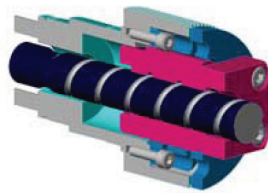


図 1: FANUC ROBOTICSの設計によるロボットの内部アーム

顧客および市場はより安価で、信頼性と生産性が高い製品を求めており、成功を維持するためには機械メーカーは利用できる全てのツールを活用しなければなりません。これらの解析ツールは後工程で発生する設計変更作業の軽減により製品開発コストを削減します。解析ツールの利用は製品の迅速な市場投入を確実にすることにより、最大の市場シェア獲得を可能にします。また、エンジニアが様々な材料と設計を比較検討することにより、最小重量、最小コストの製品開発が可能になります。解析ソフトウェアの使用により、エンジニアはデザインのパフォーマンスをシミュレートし、プロトタイプ作成や製造に入る前に製品内部にひそむ問題を発見し、対応することが可能になります。

## 機械設計製品開発において中心的役割を果たす解析機能

アプリケーションの種類を問わず、機械設計者は信頼性向上と寿命の延長、新しく改良された製品の市場早期投入、製品重量およびコストの削減、生産性向上など、様々なプレッシャーに直面しています。このような環境で作業する設計者には、複数のプロトタイプを作成し、試行錯誤を行いながらデザインの物理特性をよりよく理解する、というようなことを行える時間はほとんどありません。一方で、そのような情報は革新的で高品質な製品の開発にとって非常に重要なことです。

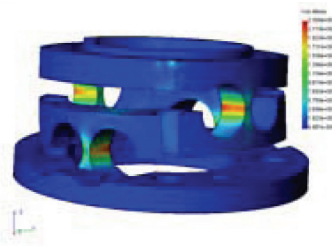


図 2: FANUC ROBOTICSは、SOLIDWORKS SIMULATIONによるソリッドモデラーの力を最大限に活用しています。

解析ツールを使用することにより、設計者は高価なプロトタイプ作成や設計期間の長期化につながる物理テストを行うことなくデザインの物理特性を迅速に理解することができます。

解析ツールを使用することにより、設計者は高価なプロトタイプ作成や設計期間の長期化につながる物理テストを行うことなくデザインの物理特性を迅速に理解することができます。解析ツールは手戻り部品の廃棄コスト、後工程の設計やり直しによる納期遅れ、製造時に発生する設計不良問題等を大幅に削減することができます。これら全ての要素は、開発コスト削減とタイムトゥマーケットの短縮に大きく貢献します。さらに、これらのツールは見やすく理解しやすいグラフィカルな結果を通じて設計と営業、マーケティング、製造、顧客とのコミュニケーション促進に役立ちます。

#### 適用領域

- 製造装置：メッセージカード、食品製造
- 産業用ロボットおよびロボットシステム：設計最適化、不良解析
- 食品加工機械
- パッケージング装置
- エレクトロメカニカルシステム：暖房装置
- プリント基板：半導体部品、ヒートシンク、MEMS
- 冷却システム：ファン、モーター、空気の流れ
- 電気システム：アンテナ、送信機、スイッチ
- 自動機械加工
- 飲料用曝気機械
- 袋開封、充填、密封機械
- ボトリング機械：洗浄、滅菌、充填、キャップ、ラベル
- パンのラッピング機械
- 箱パッキング機械
- 工業用ラベル濡らし機械
- 工業用ラベル付け機械
- ラッピング機械

### 解析範囲

- 設計検証/確認：このデザインは動作するか？期待通りのパフォーマンスを出せるか？
- 相対的利点：複数の候補のうち、最も優れたデザインはどれか？うまく動作しないデザインをどのように排除するか？
- コンセプトの確認：プロトタイプを作成することなく、全く新しいコンセプトをテストする。
- 耐久性と信頼性：疲労/破壊事前検証、落下テスト、振動シミュレーション。

コンピュータモデルおよび解析ソフトウェアを使って「what if」評価を行うことにより時間と費用の節約になり、また設計のパフォーマンス向上にも役立ちます。

### 3次元CADとの完全統合環境

3次元設計のスタンダードであるSolidWorks3次元CADシステムは、あらゆる主要なCADソフトウェアと強力にリンクされています。したがって、設計者はCADモデル上で直接SolidWorks解析ソフトウェアを使用することができ、解析に対応させるためにモデルに変更を加える必要がありません。



図 3: HALLMARK CARDSでは、SOLIDWORKS SIMULATIONを用いてカード製造機械を設計しています。

### 「What If」スタディ

コンピュータシミュレーションを使うことにより、物理試験の代わりに「仮想」試験を行うことの明らかな利点は、様々な材料、部品形状、アセンブリコンフィギュレーション、サブシステム、等を組み合わせた多数の設計を短時間に比較できることでしょう。解析を使って「what if」スタディを実行すること、例えば、この材料を使うとどうなるか、このタイプのメカニズムではどうなるか、ということを検討することにより、特定の用途に対する最適な材料と機構設計を決定するのに役立ちます。コンピュータモデルおよび解析ソフトウェアを使って「what if」評価を行うことにより時間と費用の節約になり、また設計のパフォーマンス向上にも役立ちます。解析スタディを SolidWorks Configuration Management と組み合わせることにより、設計者は多数の自由度の中から最適な設計解決策を見つけ出すことができます。



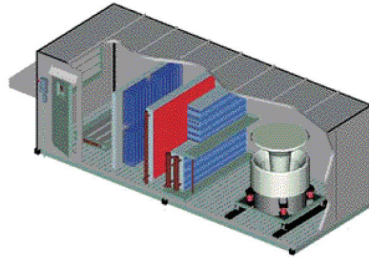


図 4：モジュール構造のカスタムエアハンドラは解析無くしては設計不可能な製品です。この製品は空気の加熱、冷却、加湿、除湿をおこない、また微粒子のフィルタリングを行わねばなりません。

発生し得る問題に対応するため設計段階で解析を使用する企業は競合他社に対して明確な優位性を確率できます。

**強力な解析タイプ 静解析、モーシヨン解析、熱解析、振動解析、流体解析、非線形解析**

機械設計者は驚くべき複雑さと多様性を持った製品を扱わねばなりません。製品のあらゆる可動部品の機構およびそれらの干渉を考慮するには膨大な設計作業が必要とされます。例えば、発熱部品のシステム全体に与える効果を予測し、それに対応した設計を行うことは簡単ではありません。また振動やその他の構造上の問題から部品の破損、パフォーマンスの低下、その他の使用上の問題が生じる可能性もあります。これらの問題に対応するため設計段階で解析を使用する企業は競合他社に対して明確な優位性を確率できます。SolidWorks 解析ソフトウェアはこれらの問題に対して製品開発サイクルの早い段階で対応し、タイムトゥマーケットの短縮と開発コストの削減を可能にすると同時に、高い品質の製品開発を可能にします。SolidWorks ソフトウェアは様々な解析技術を通じて、製品の動作が設計範囲内におさまり、信頼性が高く、熱、電磁場、応力などによる故障リスクがないことを保証するのに役立ちます。

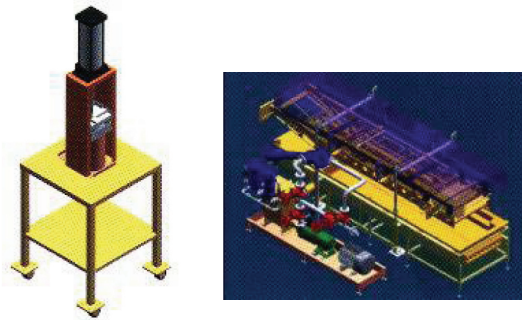


図 5：CASA HERRERAでは、シーターヘッド上のローラーにかかる主要な荷重計算を短時間で行えるようになりました。

SolidWorks Simulation解析ソフトウェアを使用することにより、エンジニアは部品やアセンブリの固有振動数をシミュレートすることができます。

- 静解析は、重大な即時的破壊あるいは長期的な破壊モードを回避し、中核的要素の1つあるいは複数を再設計しなければならないかどうかの判断を可能にします。設計者は機械の応力や変形を調べ、許容できるレベルと比較することにより故障を予測します。SolidWorks SimulationにはSolidWorksサーフェスを使って作成したシェルを解析する機能があります。薄壁構造の中間面を抽出して解析でき、特に板金を使用して設計された機械に有効です。静解析を通じて、設計者はジオメトリを最適化し、重量と材料の使用量を最小化し、各機械の安全率を確認することができます。
- モーション解析も機械設計においてきわめて重要です。機械は本質的に非常に複雑で動的なアセンブリであるためです。モーション解析を実行することにより設計者は物理プロトタイプを作成する前に「仮想試験」を行うことができ、繰り返し設計サイクルでの時間と費用の節約になります。実際に「金属を切削する」前に行う変更は安上がりで、実行にうつすのも簡単です。モーション解析により設計者は概念設計段階でその機械についてより詳しく理解することができ、また試作モデルを構築する前にダイナミック干渉認識を行うことができます。
- 熱解析も機械設計では非常に重要です。対象がプリント基板、機械装置、あるいは流体システムであれ、温度管理はエンジニアが取り組まねばならない重要な設計課題です。SolidWorks Simulation解析ソフトウェアは定常あるいは非定常熱解析を部品あるいはアセンブリに対して実行できます。設計にメッシュを生成した後、設計者は該当する制約条件を設定し、モデルの幾何フィーチャーに対応した発熱量あるいは熱流束条件を設定します。部品材料プロパティには熱伝導率、熱膨張係数、熱容量等が含まれており、設計者は指定された負荷および動作条件下での現実的な温度分布を調べることができます。

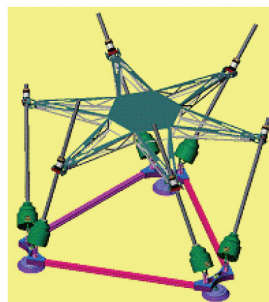


図 6：PUSHCORP社の設計した先端部品の自動機械加工

- 振動解析は様々な機械製品で大きな役割を果たします。多くの機械製品にはモーター、ポンプなどの震動源が含まれており、周囲の電子部品、機械部品に悪影響を及ぼす場合があります。これらの部品に対する悪影響を最小限に抑え最適なパフォーマンスを引き出すには、部品あるいはアセンブリの固有振動数、ならびに応力や変形などの影響を理解する事が必要となります。SolidWorks Simulation解析ソフトウェアを使用することによりエンジニアは部品あるいはアセンブリの固有振動数をシミュレーションし、その情報を基に設計あるいは使用材料を変更することにより共振を防ぎ、特定部位の変形を回避し、性能を向上させることが可

能になります。また、不規則振動解析を使うことにより耐震性の必要な電子システムの剛性向上を行うことができ、これは物理的な振動試験を行うよりもコスト効率よいアプローチとなります。解析を通じて振動を最小限に抑えることで、システムのパフォーマンスに与える振動の影響を最小化することができます。

大規模な機械には通常、電源やモーターなど、積極的な冷却を必要とする大きな熱源があります。

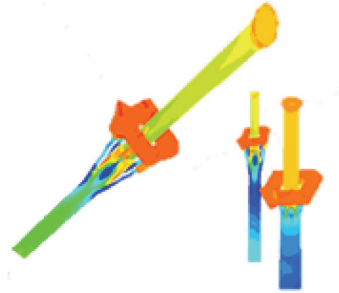


図 7： NEUMAGでは、SOLIDWORKS FLOW SIMULATIONを使ってノズル設計の改善を行いました。

- 流体フロー解析が必要なアプリケーションは機械設計分野で数多くあります。流体のフロー特性は熱伝達解析で大きな役割を果たします。大規模な機械には通常、電源やモーターなど、積極的な冷却を必要とする大きな熱源があります。対流および接合による熱伝達は流体フロー特性に依存します。油圧系などの流体システムのモデル化および評価も可能です。また、この解析タイプはノズル、バルブ、ポンプ、潤滑システム等流体システムの構成部品の設計にも活用できます。SolidWorks Flow Simulationはあらゆる解析ニーズに対して強力なCFD（Computational Flow Dynamics）解析を提供し、電子システムの温度に対する流体フローの影響を解析します。
- 非線形解析は電気/電子製品の設計者に対し、複雑な3次元シミュレーション環境での製品パフォーマンスの評価を可能にし、装置の故障に結びつく様々な要因の高精度な特定を可能にします。非線形解析はジオメトリおよび材料の非線形性、超弾性、クリープ、熱可塑性、粘弾性を伴う静的、動的な問題の解析に有効です。SolidWorks Simulation Premium非線形解析ソフトウェアは摩擦あり、なしを含むモデルサーフェスの相互作用が関連した非線形の接触問題も解析できます。

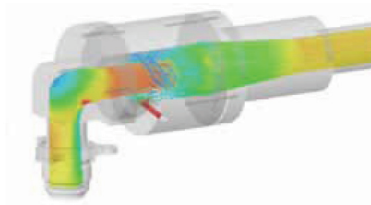
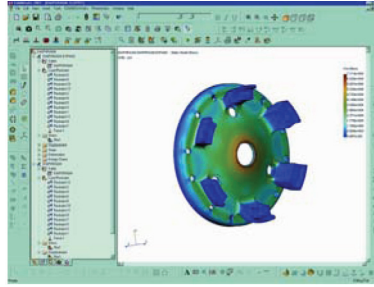


図 8： DAVID RACHELS氏と彼のエンジニアリングチームによるサイクロン式慣性力分離装置

## アセンブリ解析

大規模アセンブリの解析は機械設計にとってとても重要なファクターです。産業用機械には様々な部品から構成される多数の複雑なサブアセンブリが含まれています。そのため、解析には部品間の取り付け状態、接触条件、またはモデルの簡素化等の適用が必要となります。設計者は部品、サブアセンブリ、アセンブリ全体に対して解析を行わねばなりません。そしてこれらのアセンブリに対して熱、振動、衝撃、電磁場が設計のあらゆるレベルで影響してきます。



SolidWorks Simulationによるアセンブリのギャップ/接触解析により、大規模な機械の様々な実運用条件をシミュレーションすることが可能です。

図9： SPEEDGRIP CHUCK INC. 設計のチェック

SolidWorks Simulation解析ソフトウェアはあらゆる規模のCADアセンブリ部品の挙動をシミュレーションすることができます。SolidWorks Simulationではアセンブリの個別の部品に異なる材料を指定したり、構成部品同士がどのように関係しているかを指定することができます。また、アセンブリのギャップ/接触解析により、大規模な機械の様々な実運用条件をシミュレートすることが可能です。

大規模な機械に対し、これまで物理試験として行っていたことの多くを現在はコンピュータシミュレーションで行うことができます。例えば、運送時に機械が損傷しないようにするための落下試験を設計段階で実行することができるため、物理プロトタイプを作成や製品の製造前に、簡単かつコストのかからない変更を行うことができます。熱解析を行うことによりシステム内の部品の過熱を回避し、機械内の適切な加熱および冷却システムの設計に役立ちます。またシステム内の振動源をモデル化することにより周囲の部品に対する影響を調べることができます。これにより設計の早い段階で効果的なシステムを開発することができます。

## 3次元視覚化

SolidWorks Simulation解析ツールは、機械や大規模な産業用装置を部品、アセンブリ、システムレベルで解析することができます。

- 3次元視覚化機能により設計者は設計意図、正しい動作、外観等をプロジェクトの進捗に従って迅速に確認することができます。
- 3次元CADの使用により設計者は設計プロセス全工程を通じて製品設計をあらゆる角度から確認し、また内部の部品を調べることができます。これにより設計者は設計サイクルの早い段階で部品とアセンブリの明確なレビューを行うことができます。



- 3次元での視覚化によりコミュニケーションや製造上のエラーが削減されます。設計情報をより効果的に伝達することにより設計サイクル早期に問題を発見することができ、開発期間の短縮につながります。
- 設計者はあらゆる角度から製品をチェックし、外側の部品等を非表示にすることにより内部も確認できます。
- シミュレーションを3次元アニメーション化することにより、機械が実際にどのように動作するのかを確認することができます。
- 断面図により、部品の表面だけでなく、内部でもシミュレーション結果を確認できます。

コラボレーションツールは、設計者が開発チーム内の他のメンバーとより効果的に共同作業する新たな方法を提供するものです。

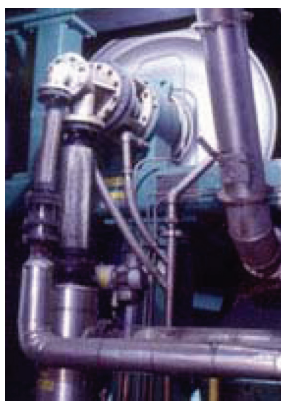


図 10：JOHNSON CORPORATIONは各種プロセス産業向けシステムを設計しています。

#### 設計コミュニケーションとコラボレーションのためのツール

- 設計者が誰とでも簡単に設計を共有することができる設計コラボレーション機能は製品開発プロセスにおいて重要性を増しています。
- コラボレーションツールは、設計者が開発チーム内の他のメンバーとより効果的に共同作業する新たな方法を提供するものです。設計リソースをインターネットを介して共有する機能は、個人設計者から大規模多国籍企業のエンジニアまで、全ての製品設計者に役立ちます。
- SolidWorks Simulation解析ツールでは以下を含む様々なフォーマットを使って解析結果を共有できます：
  - 解析結果のHTMLレポート
  - VRMLファイル
  - AVIファイル
  - SolidWorks Simulationでは解析結果のeDrawings®ファイルを出力できます。

## まとめ

機械メーカーは、より安価で、より信頼性が高く、より生産性の高いシステムを求める顧客や市場からの厳しいニーズに直面しています。勝ち残りのためにこれらの企業は利用可能なあらゆるツールを活用しようとしています。解析やシミュレーションのためのツールを使用することにより、開発者は設計を開発サイクルの早い段階で評価でき、現場での故障が起こる可能性と原因を調べ、コストと重量削減のための設計変更を迅速に検討し、製品の安全率を確認することができます。解析ツールは、開発するシステムの規模と複雑性から、特に機械設計者にとって有用なツールです。SolidWorksのシミュレーションおよび解析ツールは製品開発コストを削減し、製品の迅速な市場投入を保証し、材料と設計の検討により重量とコストが最小となる製品開発を可能にします。



ソリッドワークス・ジャパン株式会社  
〒108-0022 東京都港区海岸3丁目18番1号  
ピアシティ芝浦ビル  
Tel : 03-5442-4001 (代)  
Email: info@solidworks.co.jp

[www.solidworks.co.jp](http://www.solidworks.co.jp)