

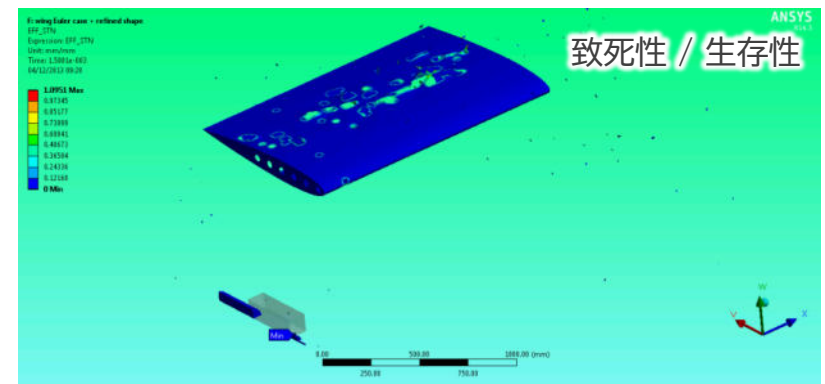
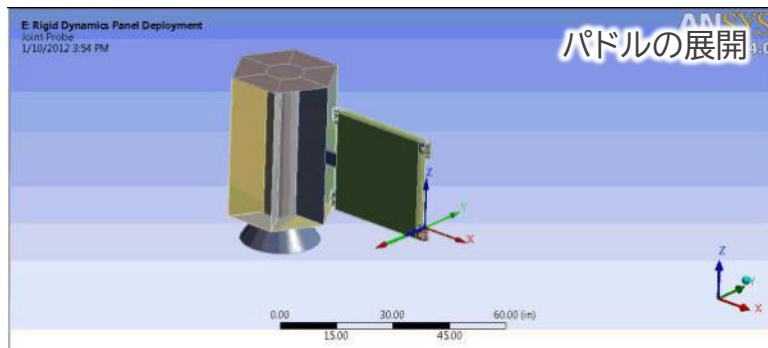
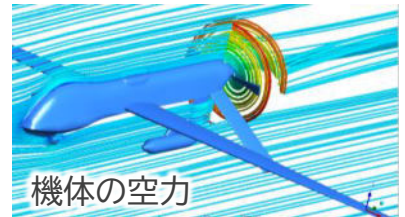
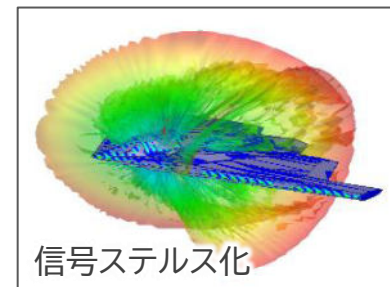
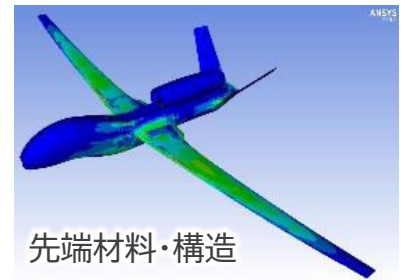
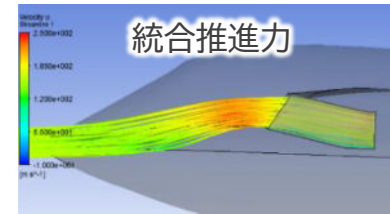
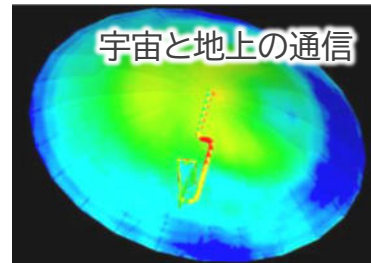
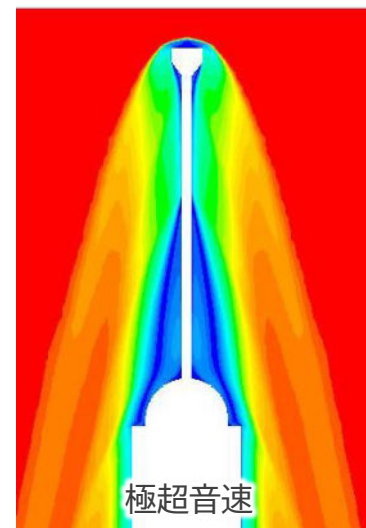
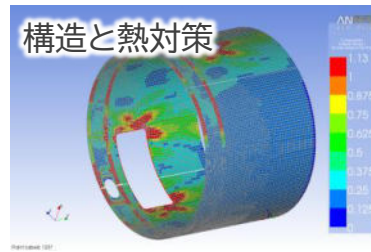
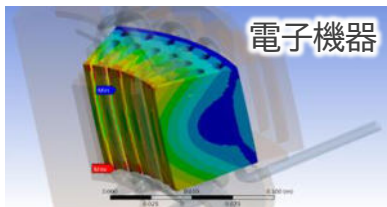
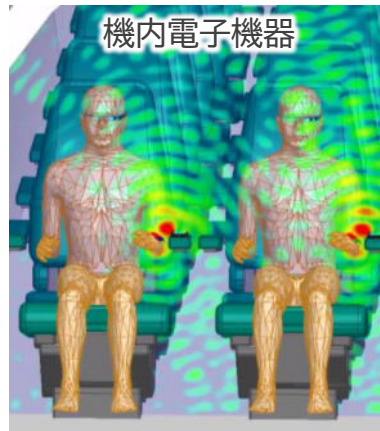
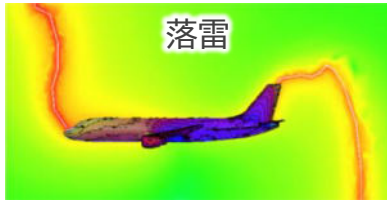
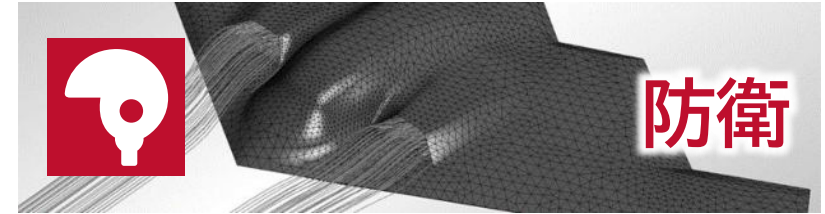
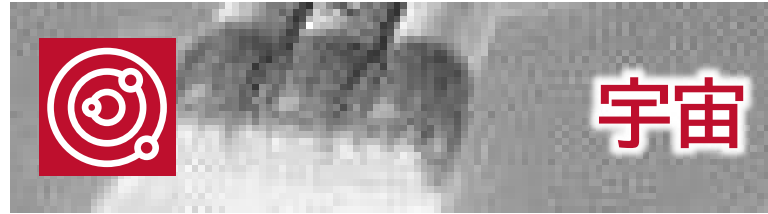


航空宇宙業界向けCAEソリューション説明資料

CYBERNET

航空 / 宇宙 / 防衛 CAEソリューション

CYBERNET



- 3D金属プリンターによる造形変形予測・変形補正
- CT試験片による疲労き裂進展予測
- 複合材料による軽量化
- 複合材料のロバスト設計
- ラティス構造の材料ビッグデータ作成&AI活用
- 航空機で利用されるCFRPの成形ソリューション
- ミスチューニング系タービンブレードの強制応答予測
- 航空機に対する落雷応答解析
- 機体外部からの高強度放射電界による影響評価
- 国際宇宙ステーションSバンドアンテナの解析
- 宇宙空間におけるマルチパクタ放電解析
- 電動航空機に向けた高電力密度インバータシミュレーション
- アブレーション解析による軽量化、性能最適化
- ドローンのブレード周りの流体解析

3D金属プリンターによる造形変形予測・変形補正



CYBERNET

課題

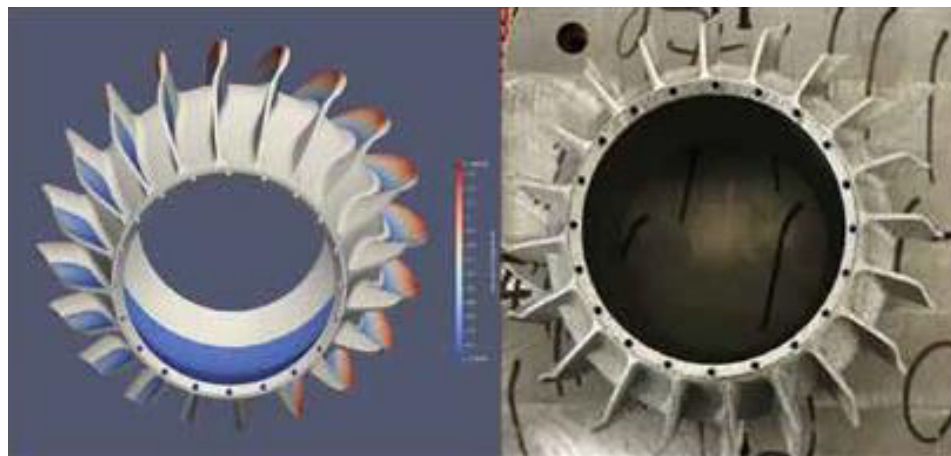
航空機部品の造形に3Dプリンター技術が利用されています。ラティス構造など、自由度の高い形状を造形でき、プリンターと金属粉体さえあれば、在庫不要という利点があります。ただし、熱歪の影響により挿入したSTLデータ通りの造形物が生成されるわけではないため、トライ&エラーが必要です。

ソリューション

Ansys Additive Manufacturingで変形形状をシミュレーションすることができ、造形のトライ&エラーの回数を削減することが可能です。

タービンブレードの変形補正

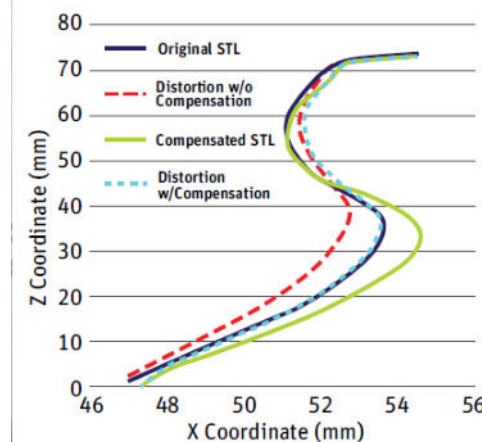
- 設計寸法どおりのSTLデータを利用し造形した場合、熱歪により形状変形
- 造形シミュレーションの利用により、変形補正STLを作成可能
- 造形のトライ&エラーの回数削減



シミュレーション変形結果

実造形形状

タービンブレード積層造形



オリジナル形状と造形後
変形補正STL形状とその造形後

Courtesy Renishaw

CT試験片による疲労き裂進展予測

課題

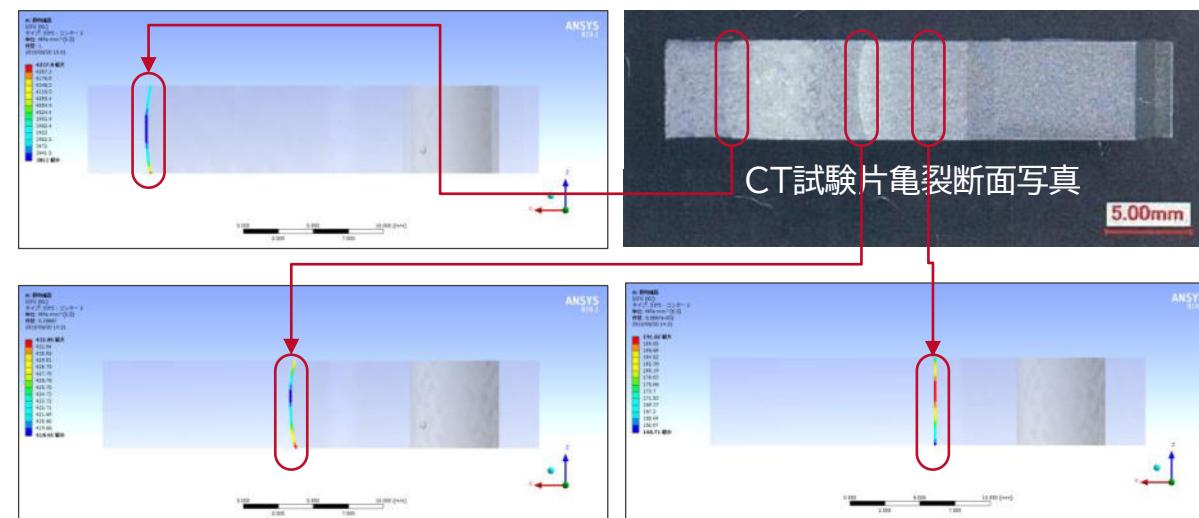
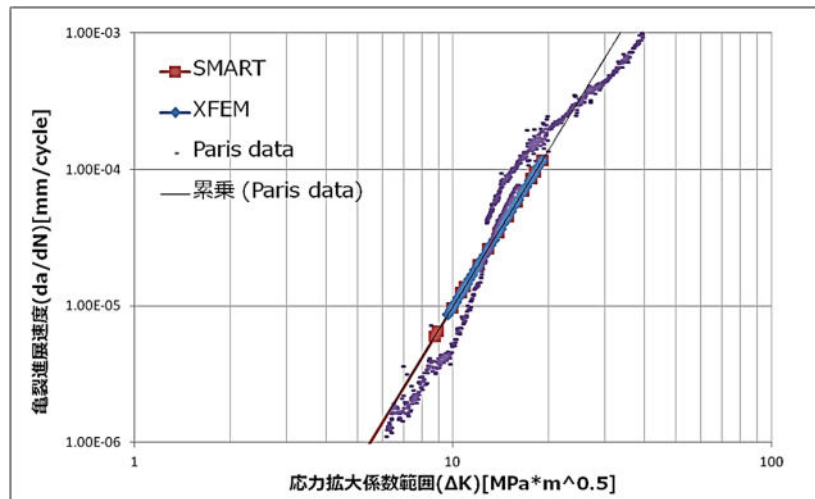
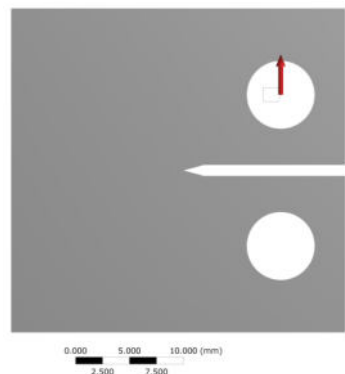
航空機やロケットの開発において、疲労寿命予測は極めて重要な評価指標となります。疲労評価に関する様々な安全設計手法が考案されており、「き裂進展予測」の技術が必要となっています。

ソリューション

Ansys Mechanicalに搭載されている疲労き裂進展解析手法「SMART」を活用することで、き裂の進展量や進展経路を予測することが可能となります。

CT試験片による解析結果妥当性検証

- パリス則を用いた疲労亀裂進展解析を行い、実測との比較検証により妥当性を確認(下図)
- トンネリング現象も解析で再現できることを確認(右図)



各サイクル数における亀裂前縁位置のコンター図
板厚中央部で亀裂が先行して進展する**トンネリング現象**と呼ばれる現象を解析で再現



- 情報提供
- 出典元

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
Ansysものづくりフォーラム 2018

複合材料による軽量化

課題

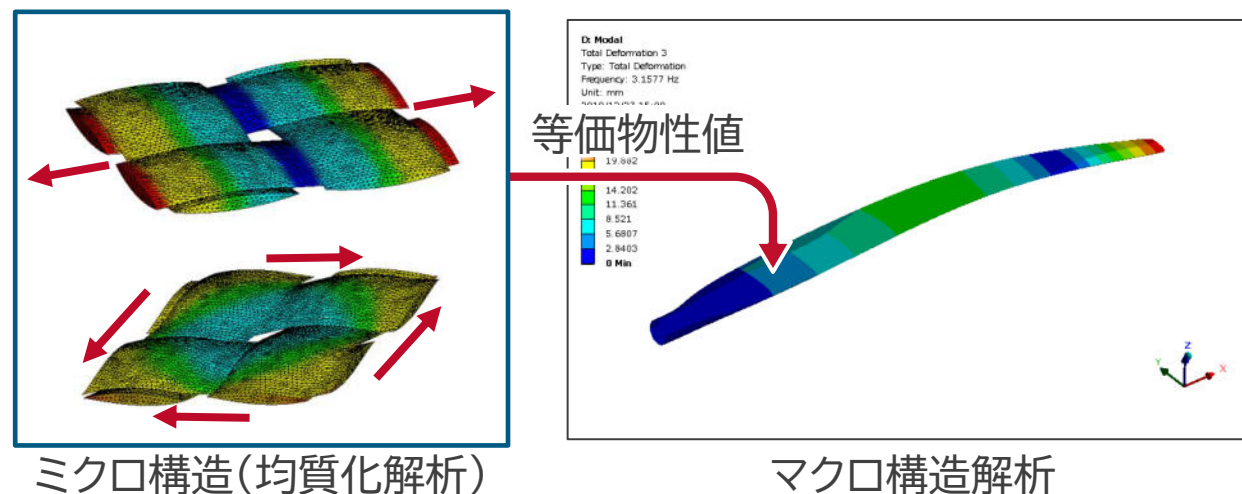
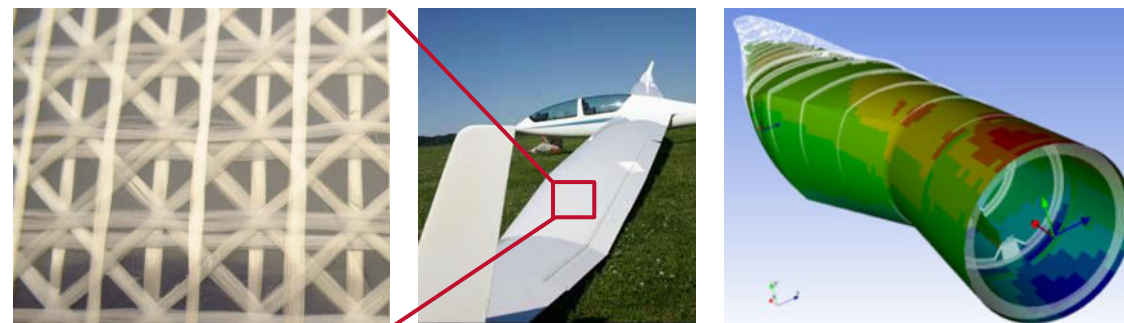
複合材料は軽くて強いという特徴を持つため、構造物の軽量化に貢献できますが、材料挙動が複雑なため、金属材料よりも実材料試験のコストが格段が上がります。

ソリューション

Multiscale.Simの仮想材料試験を実施することによって、材料試験のコストを大幅に削減することができます。異方性を有するような複雑な材料挙動も容易に把握できます。

複合材料による軽量化解析

- 編み構造や積層パターンに応じて異方性材料特性の取得
- 繊維の編み構造や積層パターンの最適化
 - ▶ 必要な方向にだけ剛性を持たせる
 - ▶ 無駄の徹底的な排除により軽量化
- 金属から複合材料への置換に伴う諸特性の評価
 - ▶ 静解析：強度特性、剛性特性、熱特性 etc.
 - ▶ 動解析：振動特性、衝撃特性 etc.



課題

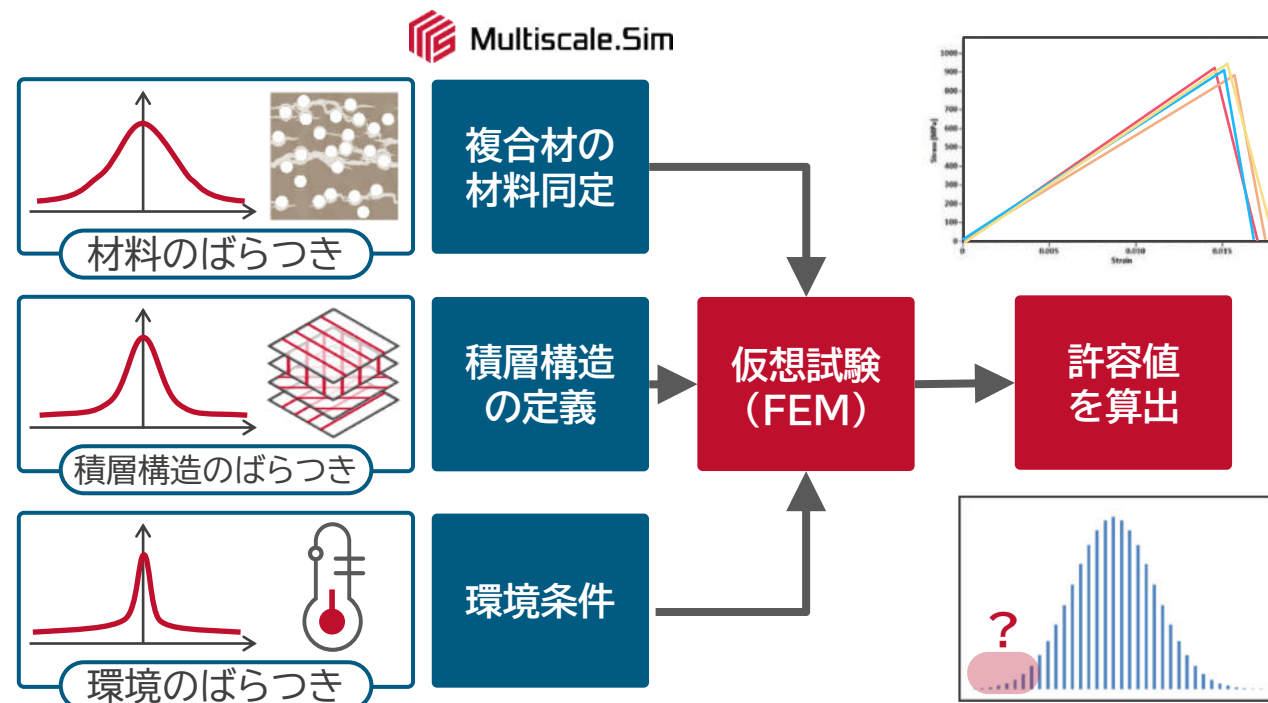
複合材料は多種の材料を組み合わせることで製造することから、金属材料と比較して強度のばらつきが大きくなる傾向にあります。従って、製品の信頼性を高めるために、このばらつきを考慮したロバストな設計が重要となります。

ソリューション

材料・積層構造・環境条件などのばらつきを考慮したクーポン試験片の強度を、FEMによる仮想材料試験で評価することで、短時間で製品のロバスト性が定量的に評価できます。

ばらつきを考慮した材料設計

- Multiscale.SimやMechanicalを組み合わせた仮想材料試験により、クーポン試験片の材料挙動を解析的に取得。
- 材料・積層構造・環境条件等のばらつく可能性のある因子をパラメータ化。各因子を最適化ツールによってばらつかせて、それぞれの条件で仮想材料試験を実施。
 - ▶ 仮想材料試験結果の統計処理
 - ▶ バラツキ因子が製品性能に与える感度評価
 - ▶ ばらつきの許容値の算出



Ansys DesignXplorer

ラティス構造の材料ビッグデータ作成&AI活用



CYBERNET

課題

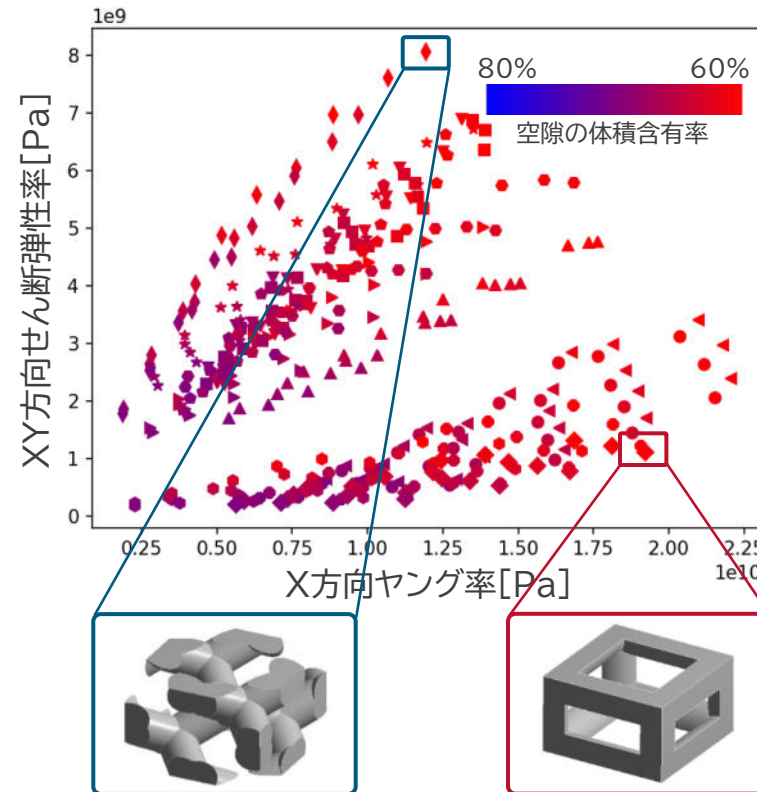
航空宇宙分野では「軽量化」「少量生産」が重要課題であり、AM製造によるラティス構造体が注目されています。ラティス構造は形状により異なった特徴的な変形挙動を示すため、設計において適切な形状を選定する必要があります。

ラティス構造の機械特性の把握

- ラティス構造の形状を特徴づけるトポロジーや柱の太さなどをパラメータ化し、様々なパラメータの組み合わせで仮想材料試験を実施。
- 得られた直交異方性の材料特性を材料データベース(Granta MI)に蓄積。
- 材料データベース上で、材料特性を可視化あるいは物性値をベースに検索することなどで、製品に要求される特性にマッチしたラティス構造を決定。
- 材料データベースにため込んだビッグデータをAIの教師データとして活用することにより、データベースに存在しないラティス構造も提案(マテリアルズインフォマティクスの実現)。

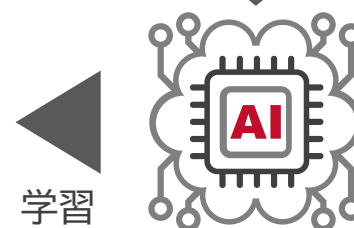
ソリューション

様々な形状のラティス構造に対しマルチスケール解析を実施することでその変形特性を把握し、最適なラティス形状を設計・選定することが可能です。



仮想材料試験による材料ビッグデータの取得

〇〇な特性を持った材料が欲しい！



所望の特性を持ったラティス構造を自動推定

材料ビッグデータとAIの組み合わせによるマテリアルズインフォマティクスの実現

航空機で利用されるCFRPの成形ソリューション



CYBERNET

課題

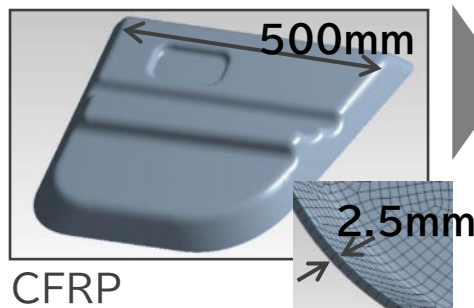
航空機の機体の軽量化や高性能化のため、様々な部位にCFRPが利用されており、その用途はますます拡大しています。軽量化と同時に高剛性が要求されるため、シミュレーションによる事前検討も有効です。

ソリューション

ドライ繊維の浸透係数・ドライ繊維の賦形形状・賦形後の含浸挙動を予測するソリューションを連携して、CFRP製品の成形プロセスを評価します。さらに、製品の異方性機械特性を考慮した強度予測も可能です。

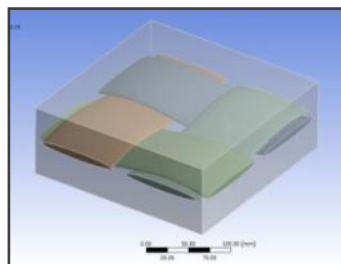
CFRPの含浸成形

- ドライ繊維の浸透係数・賦形形状の予測。
- 賦形後の含浸挙動の予測。

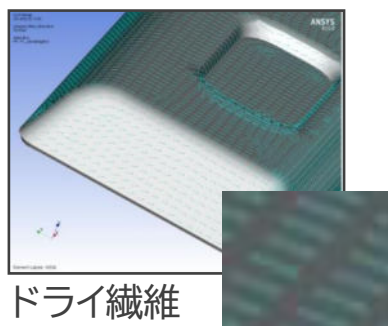


CFRP
解析モデル

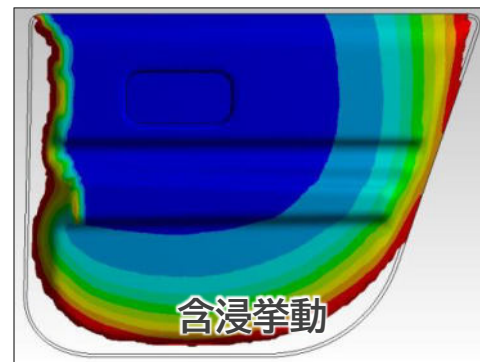
予備解析



物性値と浸透係数解析



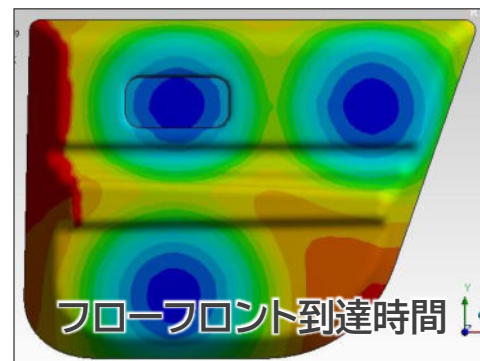
ドライ繊維
主軸方向解析



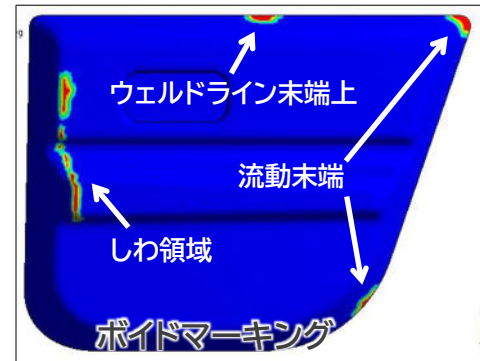
含浸挙動



反り変形



フローフロント到達時間

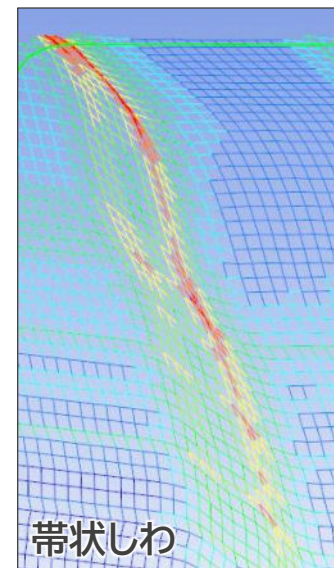


ウエルドライン末端上

流動末端

しわ領域

ボイドマーキング



帯状しわ

ミスチューニング系タービンブレードの強制応答予測



CYBERNET

課題

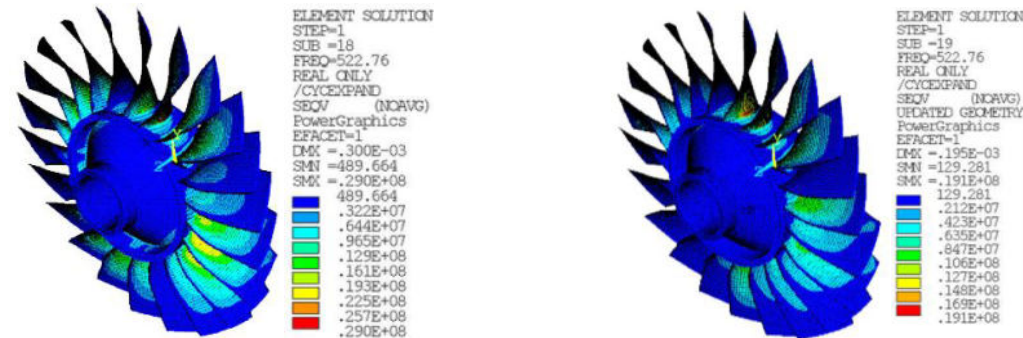
航空機エンジン部品の主要コンポーネントとしてタービンブレードとディスクで構成される動的システムがあります。これらの構造の特徴として、個々のブレードが工作誤差や材料定数のばらつきによって生じる不均一性(ミスチューニング系)によって、強制振動応答時(回転時の作動流体からの偏流による)に特定のブレードの応答を大きくし、応答予測を難しくしています。

ソリューション

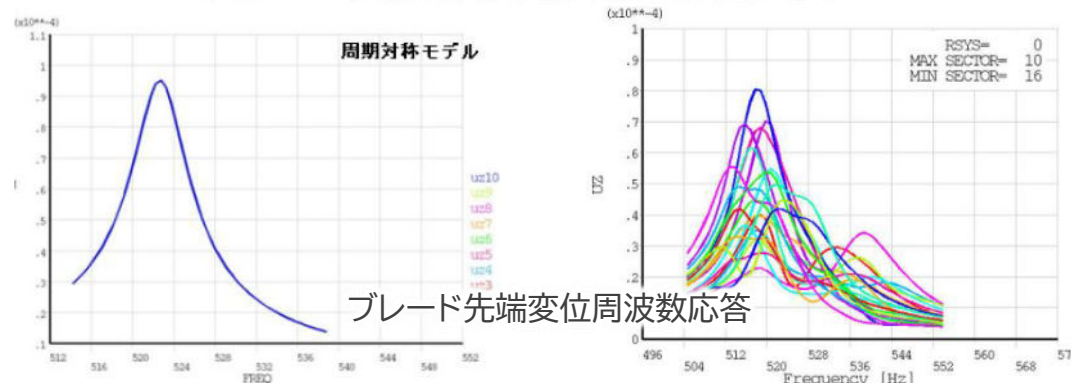
Ansys Mechanical APDL の周期対称解析機能を利用して不均一性(ミスチューニング系)周波数応答解析を低計算コスト(フルモデルに対して)で実施し、不均一性の影響評価が可能です。

タービンブレードの強制応答予測

- 設計寸法どおりのタービンブレード & ディスク形状を利用した均一性(チューニング系)モデルとそのモーダルパラメータを基礎特性として利用
- ブレードの不均一性(ミスチューニング系)は均一性(チューニング系)モデルに対する剛性の変分率として定義
- CMS ベースのコンポーネントモードミスチューニング(CMM)法の利用で低計算コスト化
- 周囲流体解析からの空力連成を考慮可能



チューニング系共振周波数での相当応力コンター



チューニング系結果

ミスチューニング系結果

航空機に対する落雷応答解析



CYBERNET

課題

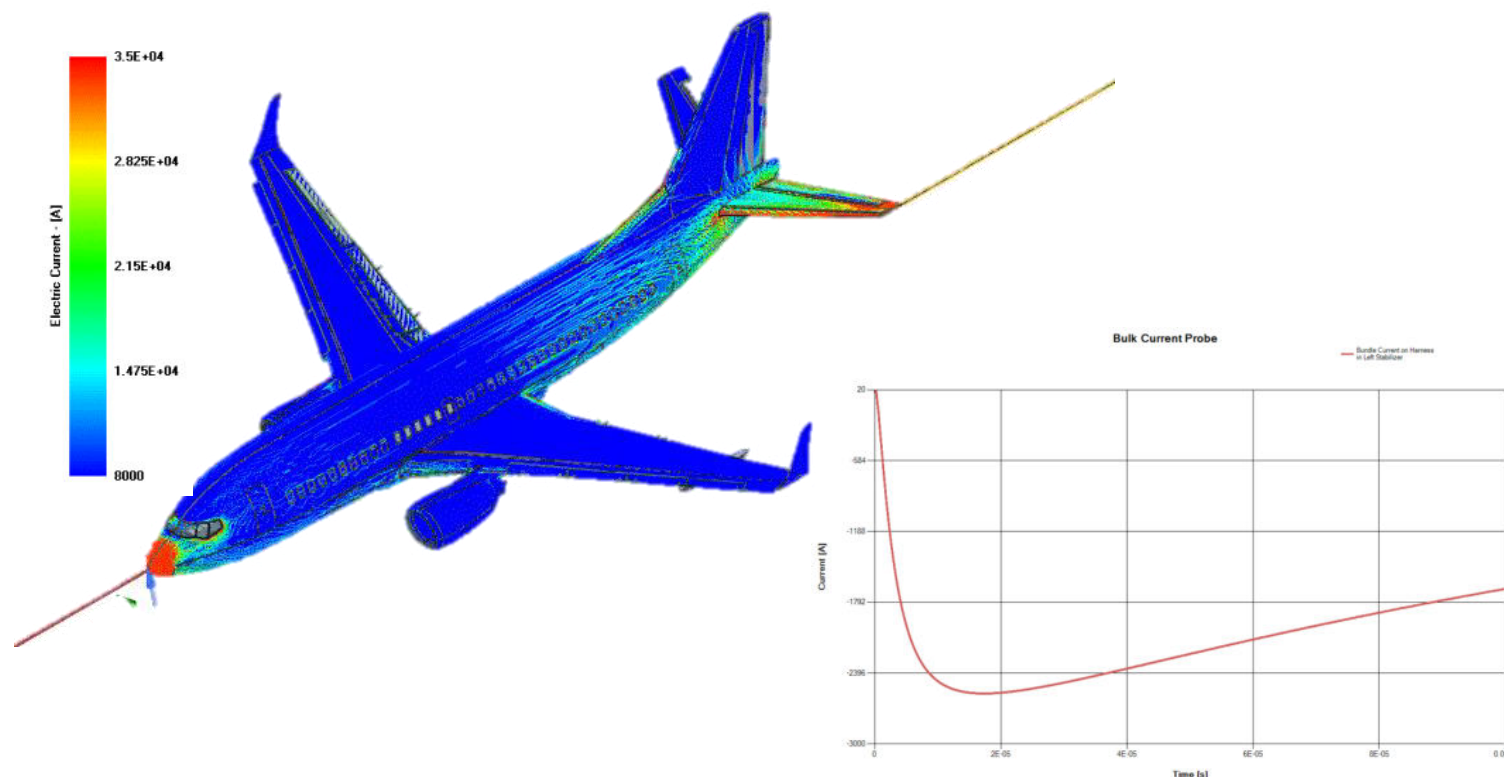
航空機は1万時間飛行するごとに少なくとも1回の落雷は受けるとされており、すべての部品とシステムには被雷対策が必要となるため、落雷評価が重要となります。

ソリューション

航空機全体の落雷シミュレーション評価により、安全かつ試験コストをおさえながら、落雷の物理挙動を正確に踏まえた被雷対策が可能となります。

航空機に対する落雷応答解析

- 雷電流発生装置や試験機を準備することなく、安全かつ低コストで落雷評価を実施
- 落雷時に航空機全体に流れる電流経路をシミュレーションで可視化することで、電子機器およびシステムへの保護対策の検討が可能



機体外部からの高強度放射電界による影響評価



CYBERNET

課題

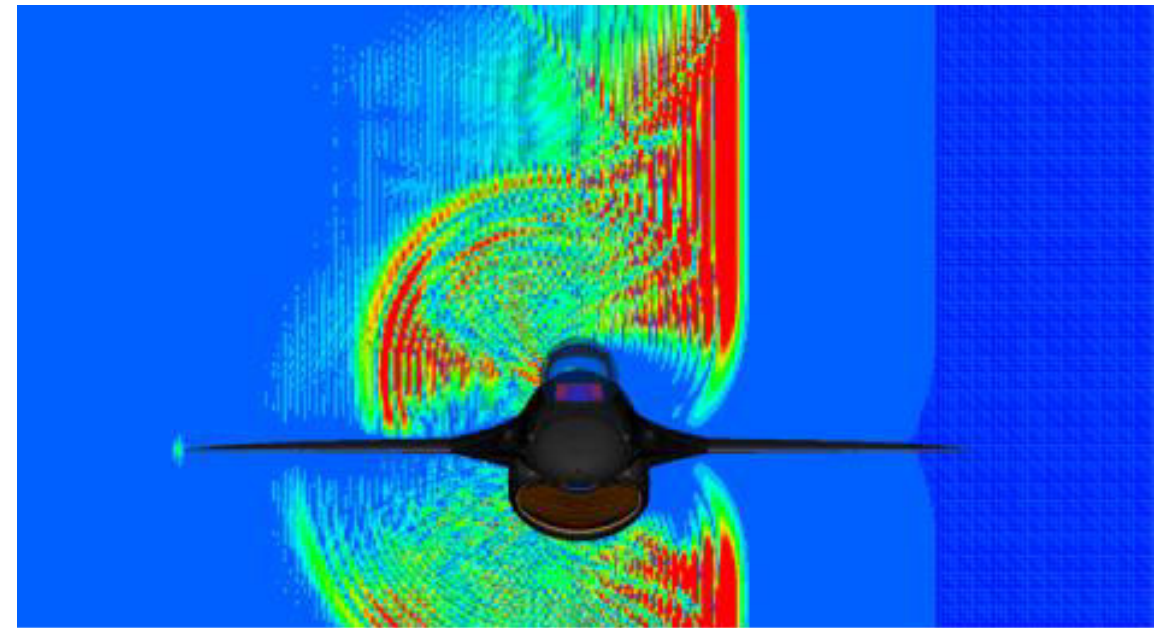
航空機が衛星や気象用レーダーの近くを通過する場合、レーダーが発する高強度放射電界(HIRF※)により航空機内の電子機器が誤作動することがありHIRFの規格に適合した電子機器の試験コストの増大が課題となります。

ソリューション

航空機が受けるHIRFの影響を機器レベルから機体レベルまでシミュレーションにより評価することで、誤動作の原因となる電磁ノイズを早期に特定し、設計から試験までの全体工数の削減に貢献します。

高強度放射電界(HIRF)の評価

- 航空機に対して外来電磁パルスを照射し、機体内部の電子機器やケーブル/ハーネスに誘起される電圧をシミュレーションにより評価
- 電磁パルスの飛来の様子を可視化し、航空機全体へのHIRFの影響を確認することも可能
- 得られた解析結果はノイズ規格の適合判断や電磁シールド等の対策部品の検討に利用



高強度放射電界強度分布の様子

国際宇宙ステーションSバンドアンテナの解析



CYBERNET

課題

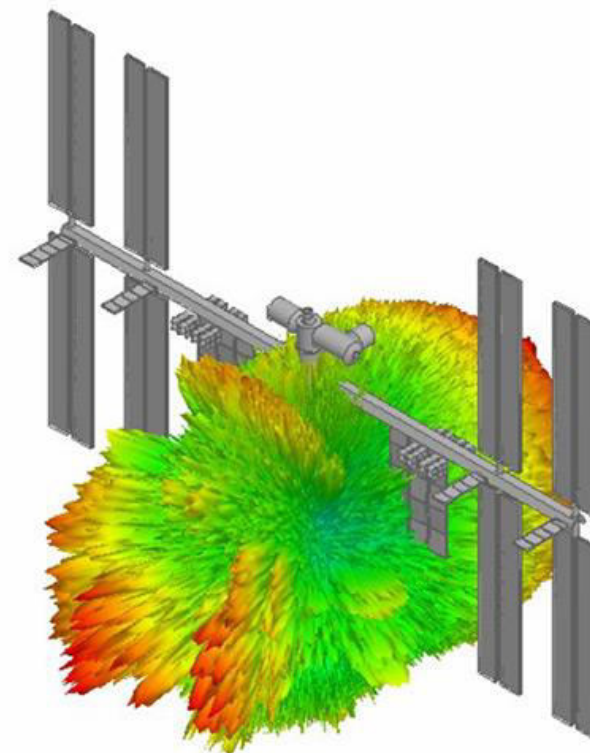
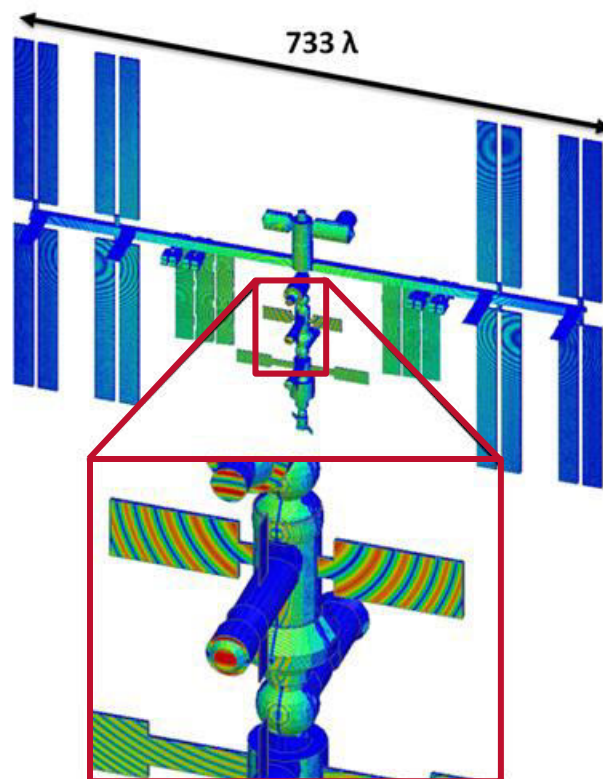
国際宇宙ステーションに搭載されるアンテナの解析では、数百入の構造物を解析対象とする超大規模な電磁界シミュレーションが必要になります。

ソリューション

Ansys HFSSの物理光学近似ソルバーにより、電気サイズが1000 λ 以上の大規模なアンテナ解析も高精度かつ高速に実施いたします。

国際宇宙ステーションに搭載されているSバンドアンテナの解析

- Ansys HFSSの物理光学近似ソルバーを使うことにより、現実的なPCスペックで解析することが可能。
- 実際のアンテナ設置を想定したアンテナ特性評価を効率よく実施。



宇宙空間におけるマルチパクタ放電解析



CYBERNET

課題

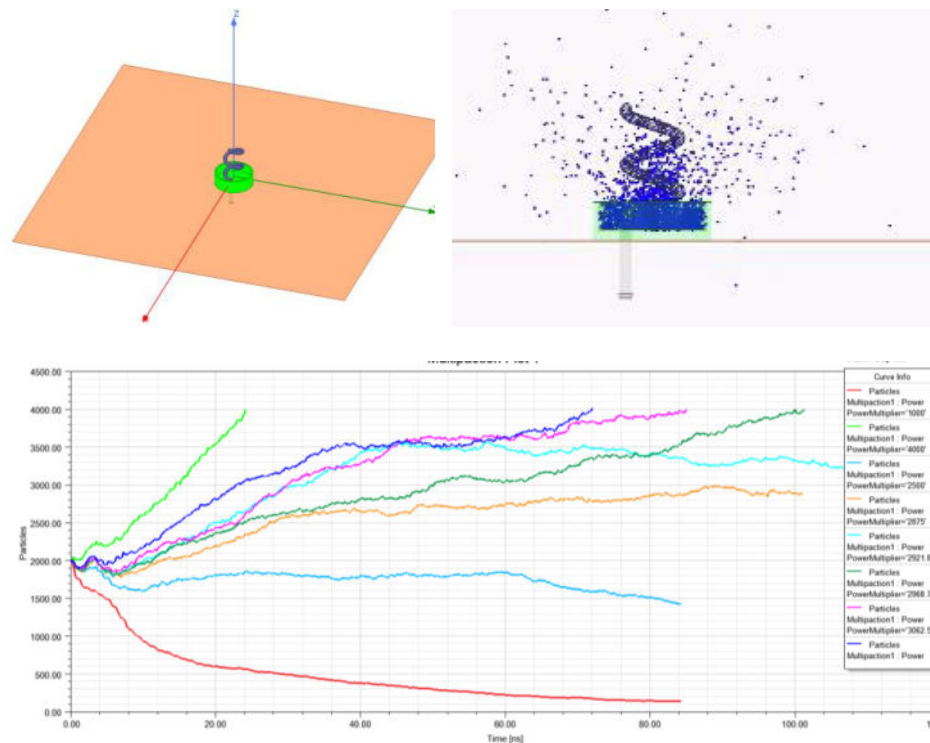
宇宙空間では高出力電子機器の使用時に、高周波放電(マルチパクタ放電)による絶縁破壊が起こります。部品故障時の取替えができないため、保護対策が必須ですが、宇宙空間(真空)を想定した試験環境準備および評価には非常にコストがかかります。

ソリューション

Ansys HFSSではマルチパクタ放電をシミュレーションにより評価でき、マルチパクタ放電による絶縁破壊を起こしやすい部品の特定、動作条件および保護対策の検討を迅速かつ低コストで実施可能です。

ヘリカルアンテナのマルチパクタ放電解析

- Ansys HFSSのMultipaction機能を使うことで、宇宙空間におけるアンテナおよび周辺金属に対して、絶縁破壊が起こりうる動作周波数と供給電力量の予測が可能。
- 得られた解析結果より、マルチパクタ放電による絶縁破壊の抑制材料の検討や設計の最適化を実現。



ヘリカルアンテナ周辺からのマルチパクタ放電解析

電動航空機に向けた高電力密度インバータシミュレーション



CYBERNET

課題

電動航空機用のインバータは、高効率・低損失で大電流を制御する必要があるが、高いスイッチング周波数で駆動されるため、実測・シミュレーションともに困難である。

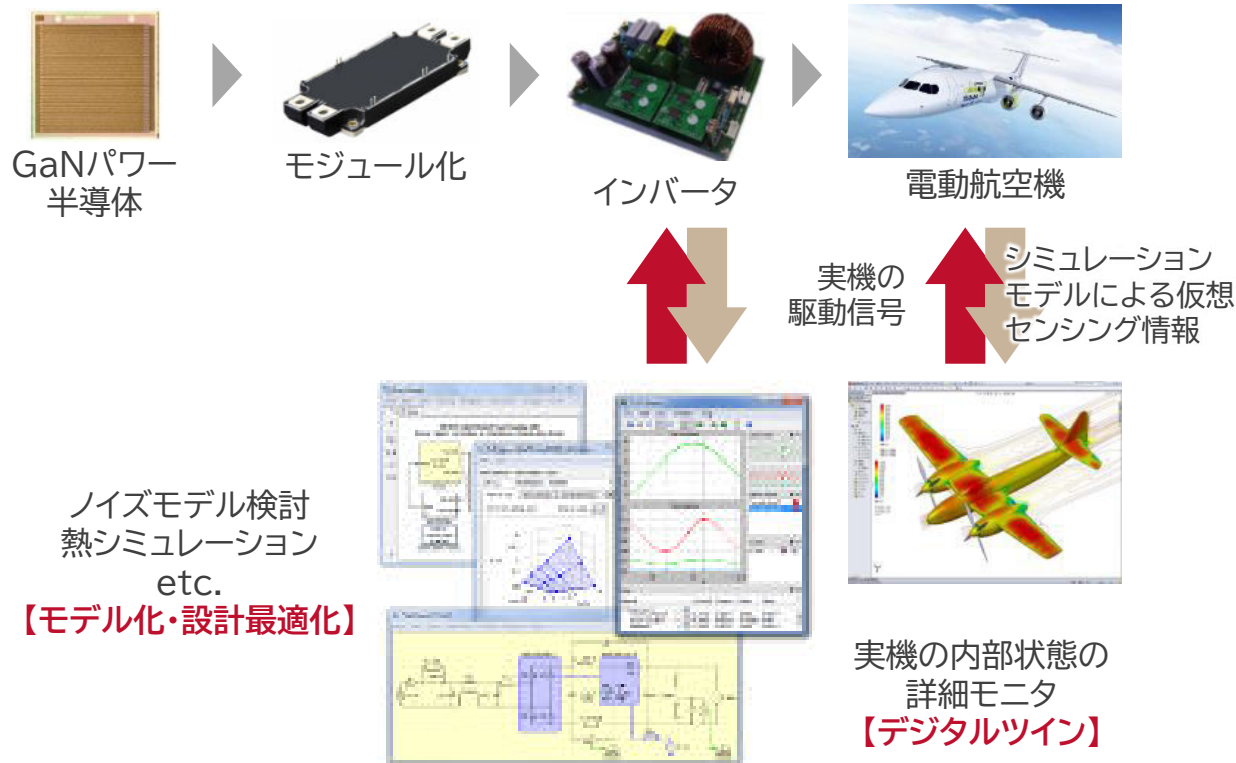
ソリューション

電場・磁場・高周波・熱・流体・構造など複数の工学領域をつないだシステムシミュレーション技術により、インバータの最適設計を実現するモデルを構築。

複数の工学領域をつなぐシステムシミュレーション

- 高速スイッチングにより起きる熱・電磁場・ノイズ等の様々な現象を組み合わせたモデルを構築。高密度インバータ設計における最適解を導出。
- 作成したモデルは、デジタルツインモデルとしてインバータ実機と連動させることにより、通常のセンサ類では検出できない機器内部の状態を監視し、航空機の安全運航に貢献。

- 【参考】産学連携PJ「知の拠点あいち重点研究プロジェクト」にて開発進行中
 - ▶ ①航空機電動化に向けた高電力密度インバータ設計手法の確立と実証
 - ▶ <http://www.astf-kha.jp/project/project1/>



アブレーション解析による軽量化、性能最適化



CYBERNET

課題

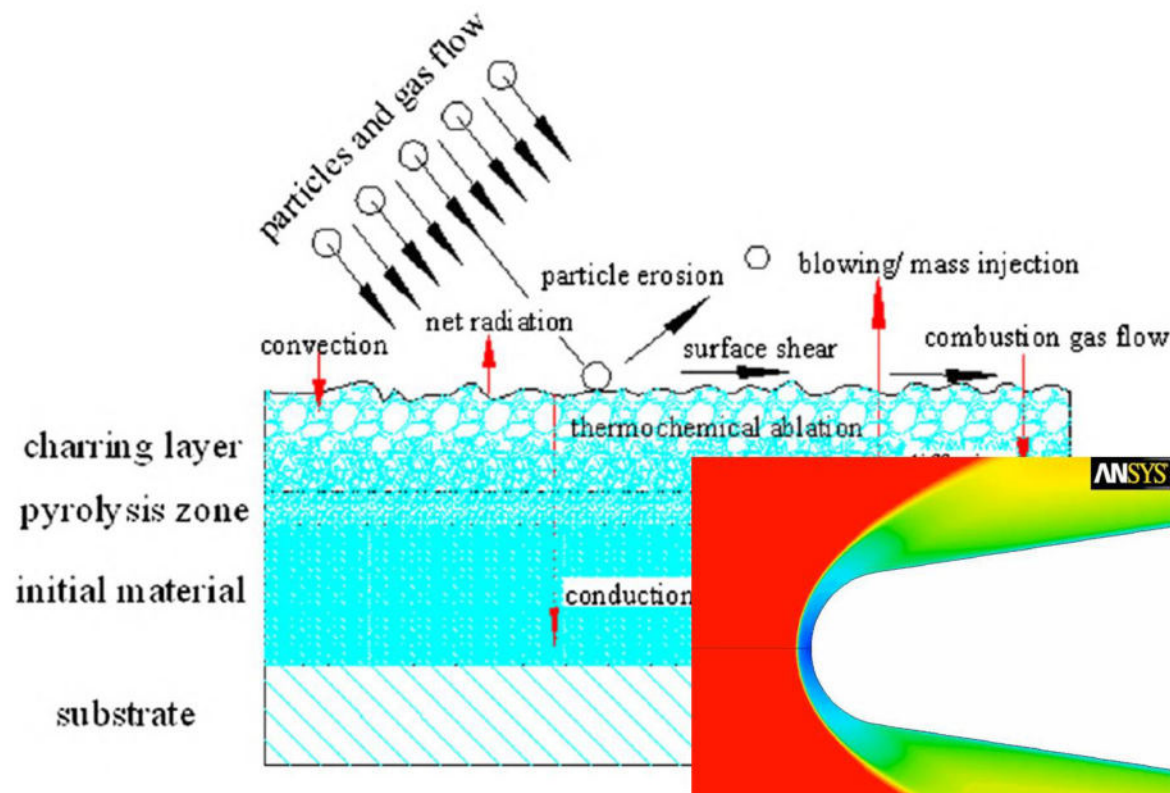
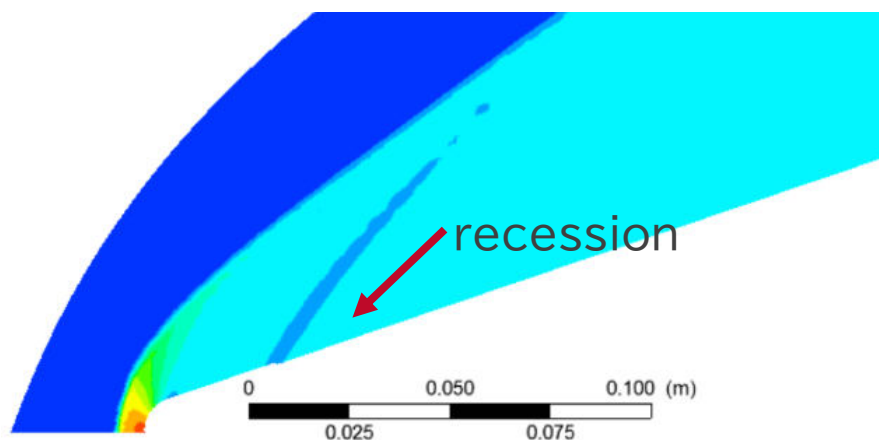
ロケットのノーズコーンやノズルスロートはアブレーションによる形状変化を起こし、性能への影響や余剰アブレータによる重量増が設計上の懸案となっている。

ソリューション

アブレーション解析を行い形状変化を予測することで、性能予測やアブレータの最適設計に貢献する。

ロケットのノーズコーン解析

- アブレーションモデルとメッシュモーフィング
- 形状変化の予測を基にした空力設計
- 最適なアブレータ厚さ分布の予測



ドローンのブレード周りの流体解析



CYBERNET

課題

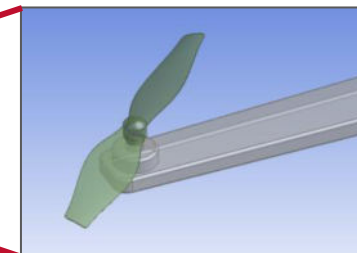
新しい荷物の輸送方法としてドローンの活用が検討されているが、ドローン周りの流れはまだ解明されていない点が多く、また、ブレード翼の最適な形状もわかっていない。また、回転ブレードからの流れとドローンの構造フレームと干渉し、音/振動も生じることもあり、その流れ場を把握する必要がある。

ソリューション

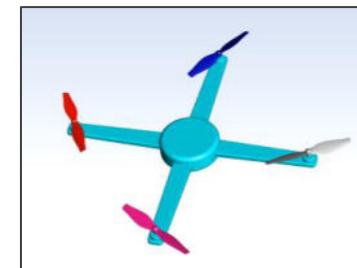
Ansys CFDおよびMechanicalにより、ドローン周りの流れ場の解析と流体力によるドローンの振動およびブレード形状の最適化に役立ちます。

ブレード周りの流れの把握と最適化

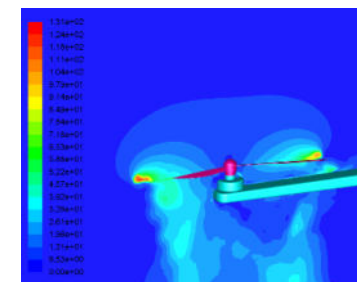
- ブレード周りの非定常流体解析
- ブレードに働く力の把握
- ブレードの最適化
- ブレード及び機体の振動/音解析



ブレード



ブレードの回転



ブレード周りの流れ

CYBERNET