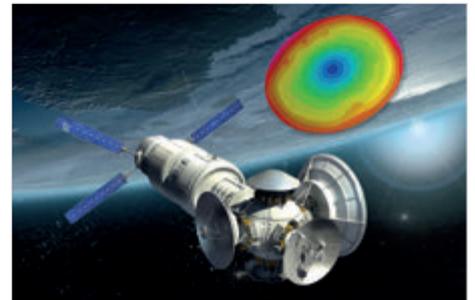
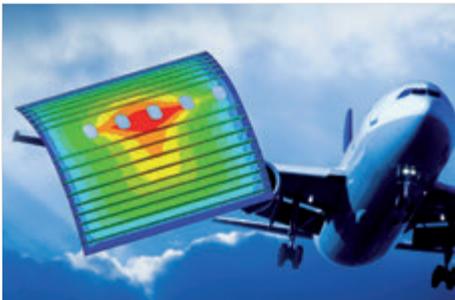


 | PAM-COMPOSITES

# 複合材成形解析ソリューション



# 成形から性能評価までの変形履歴を考慮し、 複合材料の最適な成形方案を提案します

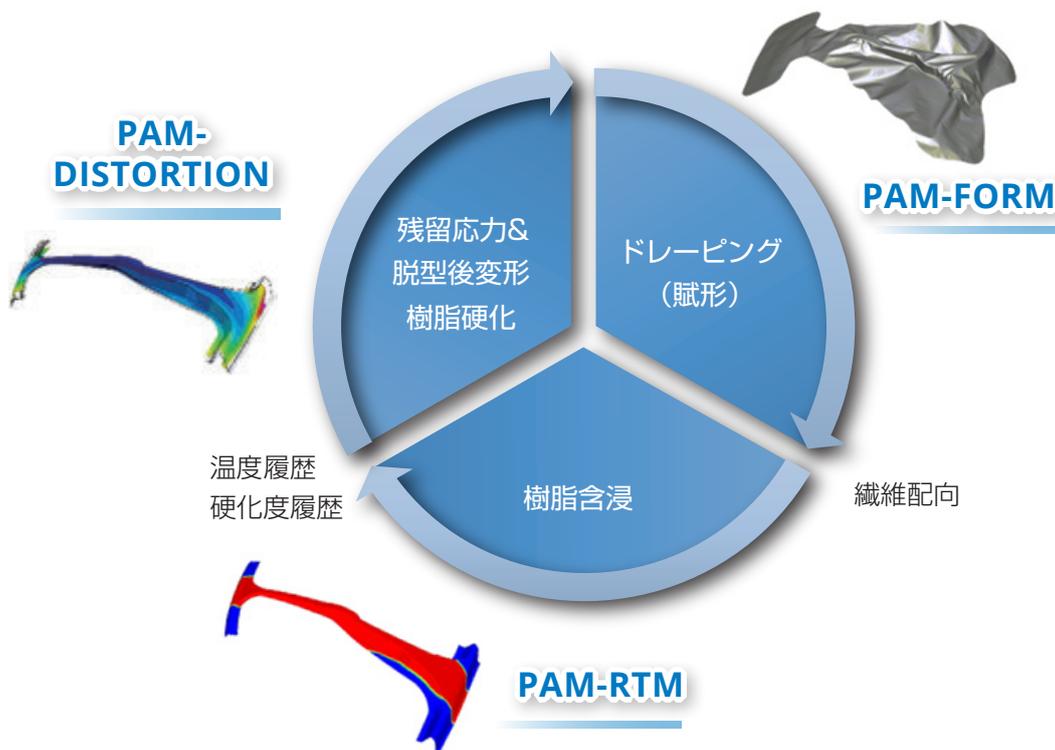
PAM-COMPOSITES は、連続繊維強化プラスチック（FRP）の成形プロセスをシミュレーションする統合ソリューションです。各種物理現象を基にしたモデリングにより、製造上の問題を高精度に予測・修正します。各成形工程間で繊維配向、温度・硬化度履歴といった材料履歴を受け渡すことにより、複数工程の解析をリンクすることが可能です。

## 様々な製造工法に対応

- ・オートクレーブ
- ・RTM、VaRTM
- ・熱プレス
- ・ダイヤフラム成形、真空・圧空成形
- ・ファイバープレースメント

## 広範囲な複合材に対応

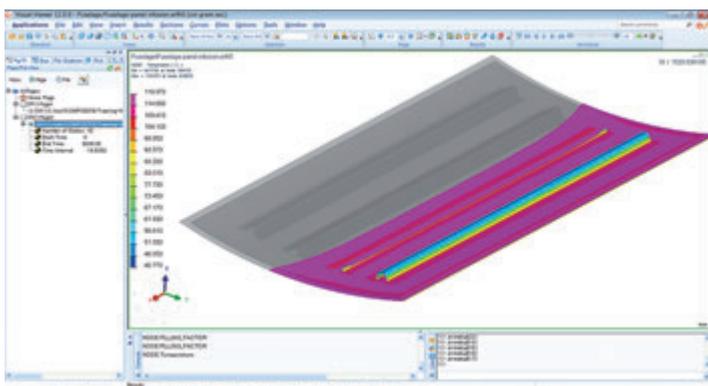
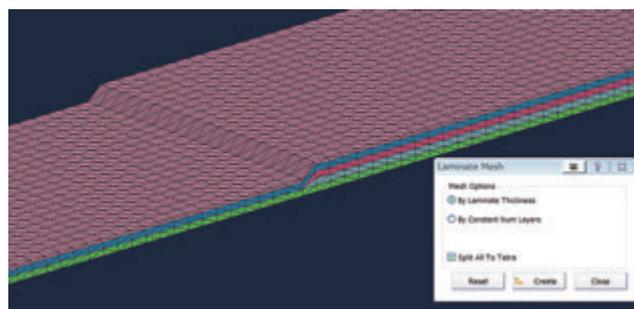
- ・カーボン・ガラス繊維基材
- ・熱硬化・熱可塑樹脂
- ・織物（クロス）、NCF、UD
- ・プリプレグ・ドライ繊維
- ・コア、インサートの考慮



## 統合 GUI Visual Environment

使いやすい優れた GUI、強力な入出力インターフェース

ESIの統合GUIプラットフォームVisual Environmentに対応し、モデル作成から結果表示まで、一貫した環境で解析可能です。COMPOSITEに特化したメニューとなっており、積層メッシュ作成、レイヤ設定、加工条件設定など複合材成形に必要な操作を直感的に行うことができます。



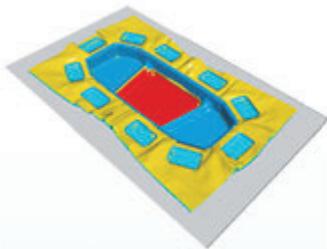
Layer Design Manager						
LAYER LIST (Part/Ply Association)						
Layer	Parts ID	Reinforcement	Ply	Thickness (mm)	Fiber Content	Angle
Layer_1	3 4 5 6	Unidirectional	Mixture-Rule	0.2	0.6	0
Layer_2	3 4 5 6	Unidirectional	Mixture-Rule	0.2	0.6	45
Layer_3	3 4 5 6	Unidirectional	Mixture-Rule	0.2	0.6	-45
Layer_4	3 4 5 6	Unidirectional	Mixture-Rule	0.2	0.6	90
Layer_5	3 4 5 6	Unidirectional	Mixture-Rule	0.2	0.6	90
Layer_6	3 4 5 6	Unidirectional	Mixture-Rule	0.2	0.6	-45
Layer_7	3 4 5 6	Unidirectional	Mixture-Rule	0.2	0.6	45
Layer_8	3 4 5 6	Unidirectional	Mixture-Rule	0.2	0.6	0
Layer_9	3 4 5 6	Unidirectional	Mixture-Rule	0.2	0.6	0
Layer_10	3 4 5 6	Unidirectional	Mixture-Rule	0.2	0.6	45
Layer_11	3 4 5 6	Unidirectional	Mixture-Rule	0.2	0.6	-45
Layer_12	3 4 5 6	Unidirectional	Mixture-Rule	0.2	0.6	90

# PAM-FORM module

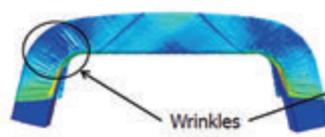
## 高精度なプリフォーミング・熱プレス成形シミュレーション

PAM-FORM は RTM プロセスのプリフォーミングや、プリプレグの熱プレス成形・ダイヤフラム成形をシミュレーションするモジュールです。

金型や治具の動き、成形品の変形過程やシワなどの不具合をダイナミックに計算することができ、金型や治具の押さえ力、材料初期カットパターン、成形温度などの成形条件を検証・最適化することが可能です。



航空機用リブの賦形解析



courtesy : AIRBUS

ヘリコプター部品のシワ予測



第一層（金型接触層）



第二層（内部層）

熱可塑プリプレグのスタンピング中の温度分布



航空機用リブのブリッジング予測

### ■ 連続繊維に特化したモデリング

方向別に材料剛性が異なる連続繊維特有の異方性変形挙動を高精度に計算します。

Shell要素を陽的に積層させて計算することにより、各Plyのシワ、Ply間のすべり・剥離など、Plyレベルでの計算結果を得ることができます。

### ■ 高速な熱構造計算

機械的な構造計算と並行して熱計算を行うことができ、成形中の温度変化やそれに伴う剛性変化を高速で計算することが可能です。

#### 解析対象

- ・ 織物・UD・NCF
- ・ ドライファブリック
- ・ 熱硬化プリプレグ
- ・ 熱可塑プリプレグ
- ・ プレス成形
- ・ ダイヤフラム成形
- ・ 真空・圧空成形
- ・ ロール成形
- ・ ファイバープレースメント

#### 代表的なアウトプット

- ・ シワ
- ・ 板厚増加・減少
- ・ 繊維配向角変化
- ・ ブリッジング
- ・ せん断・繊維方向ひずみ
- ・ せん断・繊維方向応力
- ・ Vf変化
- ・ 温度分布

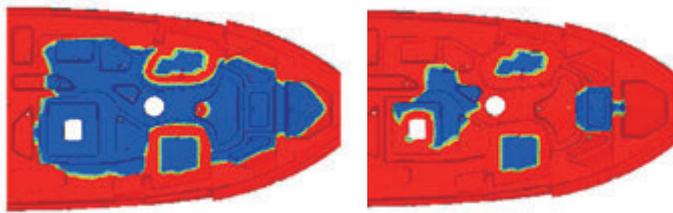
#### 検証可能なプロセス条件

- ・ 金型動作
- ・ クランプ動作と加圧力
- ・ 材料・金型温度
- ・ 真空・圧空条件
- ・ 初期材料外形ライン

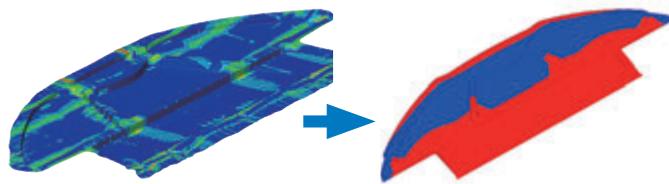
# PAM-RTM module

## 高精度な RTM 成形シミュレーション

PAM-RTM は RTM 成形や VaRTM 成形に代表される樹脂含浸プロセスをシミュレーションするモジュールです。含浸に加え熱硬化性樹脂の硬化反応も計算することができます。未充填部や未硬化部などの欠陥を予測し、樹脂注入位置、ベント位置、加熱条件などの成形条件を検証・最適化することができます。

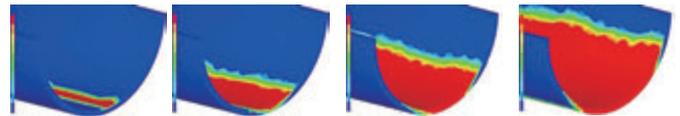


船体部品の VaRTM

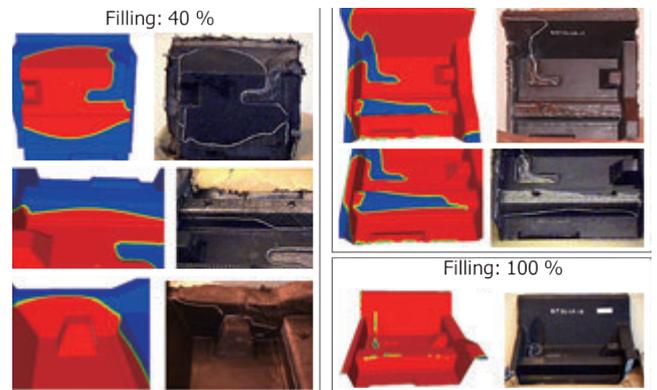


courtesy : KTM

繊維配向を考慮した含浸解析



風力発電ブレードの VaRTM 成形



courtesy : RENAULT

自動車フロアパネルの含浸

### ■ 高精度な異方性含浸計算

方向別に流速が異なる複合材特有の異方性流れ場を計算することができます。

PAM-FORMの繊維配向をインポートすることにより配向変化を流速計算へ反映し、より高精度な含浸解析が可能となります。

### ■ 複雑な硬化現象の再現

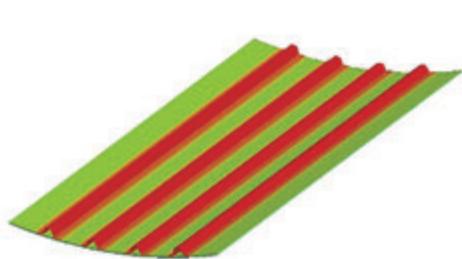
加熱による温度上昇、硬化反応の進展、反応による自己発熱など、熱硬化性樹脂特有の複雑な硬化現象を忠実にかつ高速に計算することが可能です。

解析対象	代表的なアウトプット	検証可能なプロセス条件
<ul style="list-style-type: none"><li>・ RTM</li><li>・ VARI (VaRTM)</li><li>・ Light RTM</li><li>・ C-RTM</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ フローパターン</li><li>・ ドライスポット・エアートラップ</li><li>・ ボイド</li><li>・ 含浸時間</li><li>・ 温度変化</li><li>・ 硬化度</li><li>・ 型内圧</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 注入位置</li><li>・ ベント位置</li><li>・ フローメディアサイズと位置</li><li>・ 加熱条件</li></ul>

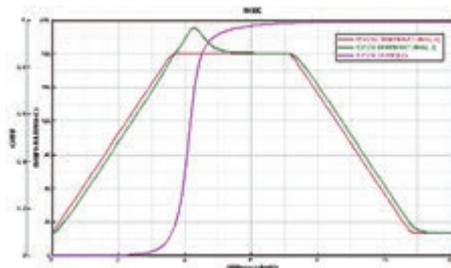
# PAM-DISTORTION module

## 硬化解析履歴を考慮した残留応力と脱型後変形シミュレーション

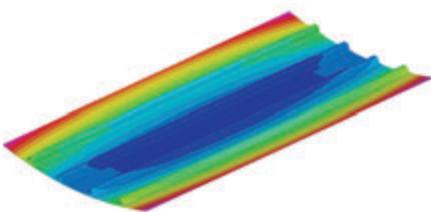
PAM-DISTORTIONは、スプリングイン・ソリなどの製造起因の残留応力と脱型後の寸法変化をシミュレーションするモジュールで、得られた結果を用いて、スタッキングシーケンス、加熱冷却サイクル、型形状設計、金型見込みなどの成形条件を検証・最適化することができます。



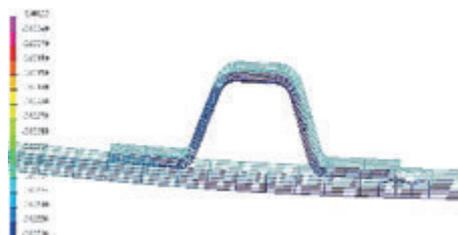
航空機胴体パネルの温度と硬化度



自動車センターピラーのスプリングイン



航空機胴体パネルのスプリングイン



### ■ 高精度な寸法変化予測

スプリングインの駆動源となる熱膨張と反応収縮に伴う残留応力を計算します。

レジンと繊維の物性の差や、レジンが液相～ラバー相～固相と変化する影響を考慮し、高精度な寸法変化を予測します。

### ■ 多様な計算設定

プリキュア・ポストキュアの二段階硬化、異材料硬化（コキュア）、型との交互作用、トリミング、インサートコアの影響など実際の製造プロセスに幅広く対応した計算設定が可能です。

#### 解析対象

- ・キュアリング（熱硬化樹脂の硬化）
- ・スプリングイン・ソリ（製造起因の脱型後寸法変化）

#### 代表的なアウトプット

- ・硬化時間
- ・硬化度の進展
- ・キュアリング中の内部応力
- ・脱型後の残留応力
- ・キュアリング中（型上）の寸法変化
- ・脱型後の寸法変化

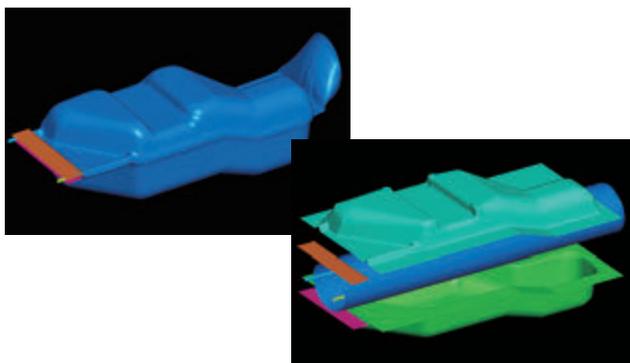
#### 検証可能なプロセス条件

- ・スタッキングシーケンス
- ・加熱冷却サイクル
- ・型形状設計
- ・金型見込み

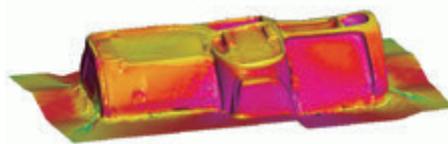
# PAM-FORM for Plastic & Trim

変形過程を忠実に再現した樹脂熱成形シミュレーション

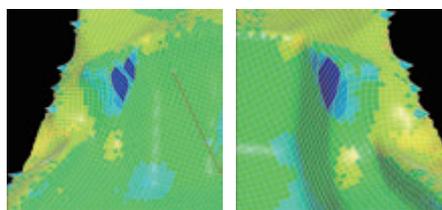
PAM-FORMは、プラスチック材やカーペット等の自動車内装材の熱成形加工にも適用可能です。各種成形条件の設定が容易で、シワや割れ等の不具合を予測し、製品設計から金型の試作・量産までの各工程期間を短縮し、製品品質向上を支援します。



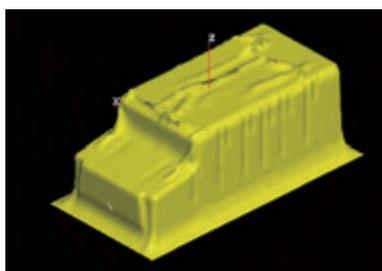
燃料タンクブロー成形



ダッシュパネル熱プレス成形



カーペット熱プレス成形



冷蔵庫インナー真空成形

## ■ 高速な熱構造計算

機械的な構造計算と並行して熱計算を行うことができ、成形中の温度変化やそれに伴う剛性変化を高速で計算することが可能です。

## ■ 実用的な設定と評価メニュー

型やクランプの動作を実機と同じように容易に設定し、検証・最適化することが可能です。板厚分布や基盤目（グリッド）による展開率など実成形品と同じ成形性評価を行うことが可能です。

## さらに顧客満足度を高める「解決」のために

当社では、お客様のいかなる解析ニーズにもお応えする、独自のエンジニアリングサービスを行っています。当社のコンサルティングエンジニアが、解析提案から計画の立案、解析実行、結果報告まで、全ての作業を効率的に行います。また「新規解析手法の開発」等、高度な技術課題から、解析支援システムの構築、解析作業の効率化・簡素化といったご相談にもお応えします。



日本イーエスアイ株式会社 [www.esi-group.com/jp](http://www.esi-group.com/jp)

東京本社 〒169-0074 東京都新宿区北新宿2-21-1 新宿フロントタワー28F  
関西事業所 〒564-0051 大阪府吹田市豊津町8-10 アドバンス江坂ビル5F  
中部事業所 〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅4-6-23 第三堀内ビル9F

TEL (03) 5331-3831 FAX (03) 5331-3836  
TEL (06) 6330-2720 FAX (06) 6330-2740  
TEL (052) 589-7100 FAX (052) 589-7266

Copyright© 2017 ESI Japan Ltd. ESI-SYSTEM and all ESI-product names are trademarks of ESI Group. All other names and product names are trademarks or registered trademarks of their respective owners. 記載された内容は予告なしに変更されることがあります。

COMP02-1801-500-SK