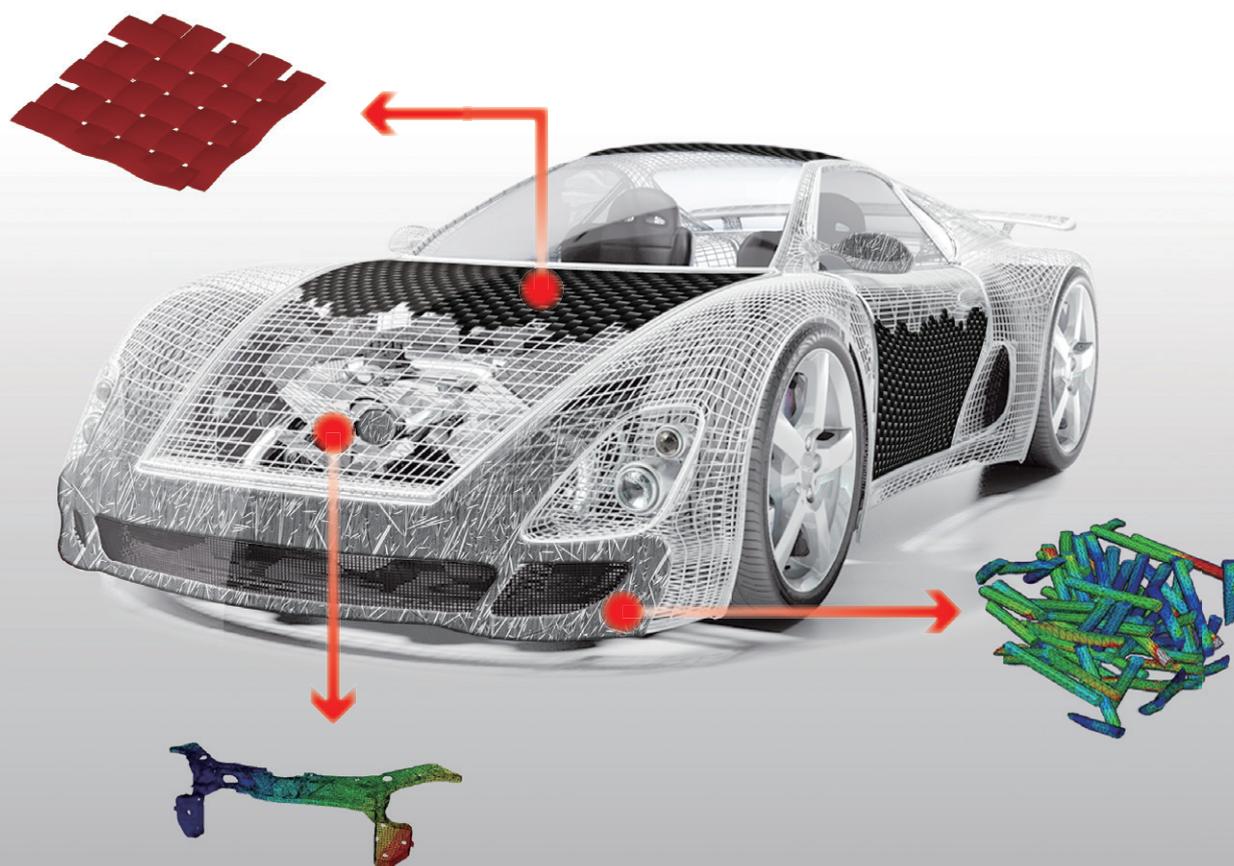


JSOL

材料特性予測ツール

Digimat

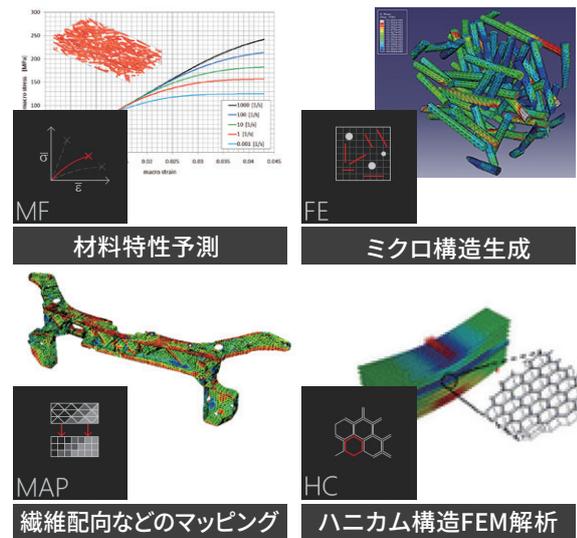
複合材料の特性を予測



マルチスケール材料モデリング

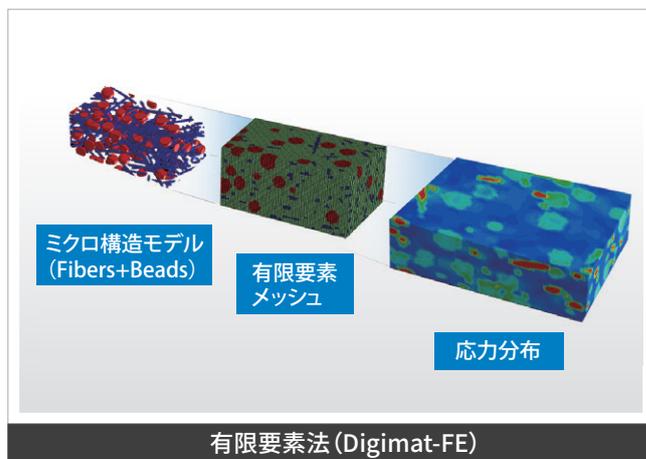
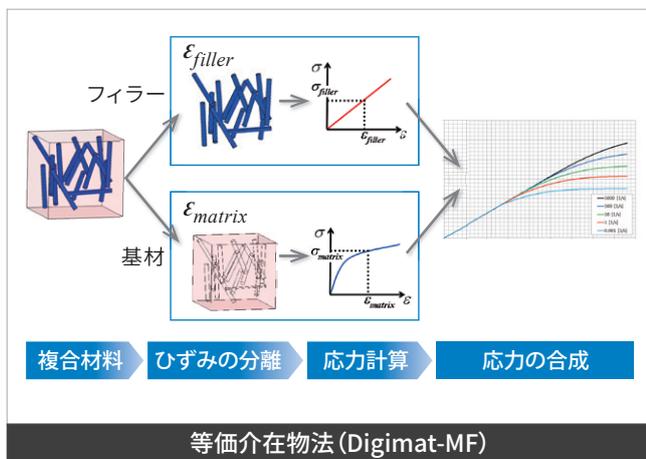
—マイクロ構造を反映したマクロ材料特性の予測—

Digmatは複合材料シミュレーションに特化したソフトウェアです。複合材料を活用し製品に適用するには、複合材料ならではの物性の予測が鍵を握ります。Digmatでは複合材料のマトリクス、インクルージョンそれぞれの材料物性とマイクロ構造の情報から複合材料の材料特性を予測します。さらに、この予測された材料特性を用いて成形工程によって生じる材料特性の分布を考慮した構造解析を行うためのインターフェースをご用意しています。Digmatは、新規材料の研究・開発や複合材料を用いた製品設計を支援いたします。



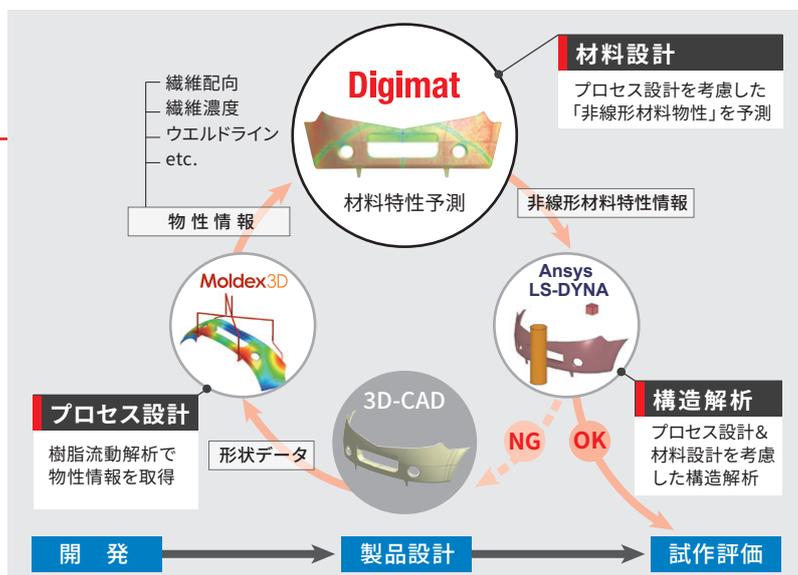
材料特性の予測

材料の組み合わせや配合パターンにより、複雑に変化する複合材料物性の予測を簡単に行うことができます。等価介在物法を用いた「Digmat-MF」と有限要素法を用いた「Digmat-FE」、2つの機能をご用意しています。



成形プロセスを考慮した構造解析

強度・剛性の設計での構造解析の活用は一般的ですが、複合材料を用いる場合はさらに成形工程の影響の考慮が必要です。Digmatでは射出成形、圧縮成形、賦形、積層造形に対応しています。これらの成形工程解析で求めた繊維配向などを引継ぎ、各要素に異なる異方性材料特性を適用した構造解析を行います。



複合材料の材料開発から製品設計まであらゆる課題をサポート

Digmatは材料設計・研究のための機能や、製品設計・評価を目的として成形解析-構造解析の連携解析を行うための機能など複数のサブプロダクトから構成されています。

サブプロダクト選択例

- 材料設計 : Digmat-MF、FE
- 製品設計 (成形解析-構造解析の連携) : Digmat-MF、MX、MAP、CAE、RP
- 材料試験解析の簡易化 : Digmat-VA
- 成形解析 (積層造形) : Digmat-AM

モジュール

材料設計

▶ P3-4掲載



複合材料の非線形力学特性、熱特性、電気特性を推定するソフトウェア



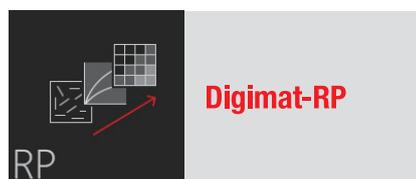
複合材料の複雑なマイクロ構造のモデリングおよび有限要素解析を実施するためのツール



Digmat用の材料パラメータ同定機能を備えた材料データベース

構造解析の精度向上

▶ P5-6掲載



樹脂流動解析-構造解析の連携のためのセットアップを簡単に行うためのGUI



異なるメッシュ間で繊維配向、残留応力などの3次元データの変換を行うマッピングツール



Digmat-MFの材料モデルを汎用有限要素法ソルバで用いるためのインターフェース

材料試験解析の簡易化

▶ P6掲載



連続繊維積層材のクーポン試験の解析を行うためのモデリング機能とソルバを備えたツール

樹脂3Dプリンティング

▶ P4掲載



樹脂材料を用いた3Dプリンタの成形工程で生じる変形や残留応力分布の解析機能

Digmat のモジュール：材料設計



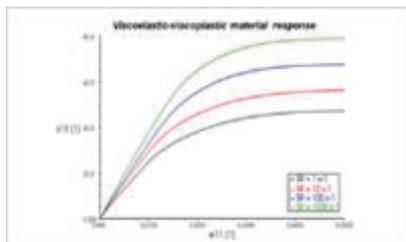
Digmat-MF

Digmat-MFは、複合材料全体の材料特性（非線形（熱）力学特性、熱伝導特性、電気伝導特性）を求めるためのソフトウェアです。等価介在物法に基づき、複合材料を構成するマトリクスとインクルージョンそれぞれの材料特性とマイクロ構造（含有率、長さ、配向）の定義から複合材料特性をすばやく求めることができます。材料の組み合わせやマイクロ構造変化によって変化する材料特性の予測が可能です。また、Digmat-CAE (Digmat-RP) のインプットファイルを作成する際にも必要な機能です。

■ Digmat-MF の主な機能

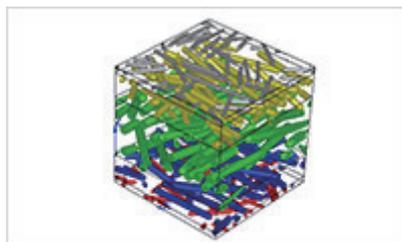
各相に適用可能な材料モデル

力学特性では弾性、弾塑性、粘弾性、弾粘塑性、粘弾粘塑性、超弾性や温度依存性の考慮（熱弾性、熱弾塑性、熱粘弾性、熱弾粘塑性、熱超弾性）に対応しています。また熱・電気伝導特性を求めることも可能です。



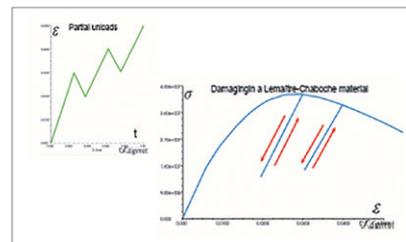
考慮可能なマイクロ構造

繊維長（アスペクト比）分布、配向定義（ランダム、配向テンソル）、界面相定義、凝集構造などの適用、複数個の強化相の設定などが可能です。



定義可能な荷重条件

単軸・多軸の応力／ひずみ条件や熱荷重条件の定義をはじめ、クリープ、周波数応答にも対応しています。



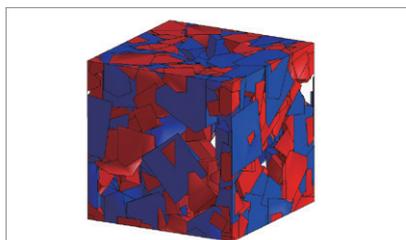
Digmat-FE

Digmat-FEは、複合材料（樹脂、ゴム、金属、グラファイトなど）のマイクロ構造がもたらす特性を再現するための代表体積要素（RVE）を作成し、有限要素法解析を行うことでその特性を評価するためのソフトウェアです。非線形（熱）力学特性、熱伝導特性、電気伝導特性、電磁場（遮蔽効果）の評価が可能です。Digmat-FEはDigmat-FE/Modeler（マイクロ構造生成、メッシュ生成機能）とDigmat-FE/Solver（有限要素法ソルバ）の2つの機能に分かれています。簡単なパラメータ入力で複雑なマイクロ構造モデルを作成できます。

■ Digmat-FE の主な機能

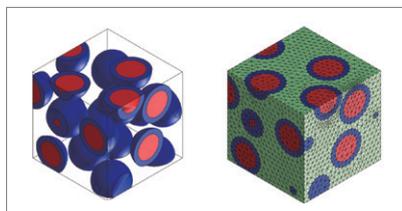
複雑なマイクロ構造モデルの作成

フィラー分散構造をはじめ、長繊維充填構造、織物構造、金属結晶などを模擬した複雑なマイクロ構造モデルの作成もパラメータの設定のみで作成可能です。



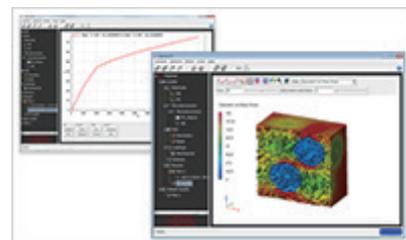
モデルのインポート/エクスポート

外部ツールで作成したSTLモデルやCTスキャンデータのインポートが可能です。また、Digmat-FEで作成したRVEモデルをCAD形式で出力可能です。内包メッシュャーで作成したメッシュは汎用ソルバー入力ファイル形式でも出力できます（Abaqus、Ansys、Ansys LS-DYNA、Marc）。



Digmat-FE/Solver

Digmat-FE/Solverを追加することで、マイクロ構造のモデリングから構造解析や結果評価までの一連のプロセスをDigmat-FE内で実施可能です。どなたでも簡単にお使い頂けます。



※Digmat-FE/Solverはオプション機能です。



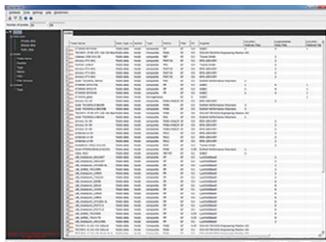
Digmat-MX

Digmat-MXは、材料データベース機能を備えたDigimat材料パラメータ同定のためのリバースエンジニアリング機能です。複合材料の材料試験結果からDigimatの計算に必要なマトリクスまたはインクルージョン単体の材料パラメータを同定できます。また、Digimat-MX上位版のDigimat-MX+では、データ暗号化機能の利用が可能です。暗号化により具体的な材料パラメータを開示することなくDigimat材料モデルを共有・使用でき、材料サプライヤーとエンドユーザー間のセキュアなデータ交換を実現します。

■ Digimat-MX の主な機能

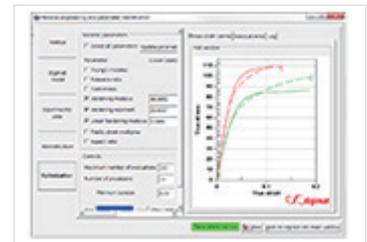
材料データベース

材料メーカーやDigimat開発元から提供された実験データやDigimat材料モデルがあらかじめ登録されているため、すぐに解析を開始できます。ユーザーによる実験データ、材料モデルの追加登録・管理も可能です。



リバースエンジニアリング機能

複合材料の試験データから単一成分のDigimat用パラメータの同定が可能です。単一材料の試験結果からのパラメータ同定も可能です。同定可能な材料モデルは、弾性体、粘弾性体、弾塑性体、弾粘塑性体、熱弾性体、熱弾塑性体や破壊クライテリアです。引張・圧縮試験の他、クリープ試験や疲労試験結果からの同定が可能です。



Digmatのモジュール: 樹脂3Dプリンティング



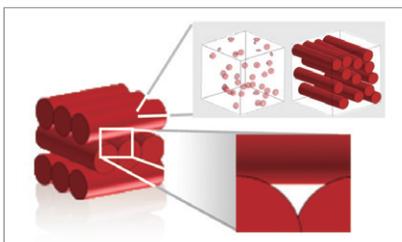
Digmat-AM

Digmat-AM (Additive Manufacturing)は、樹脂を用いた3Dプリンタの造形工程で生じる変形や残留応力を解析するための機能です。FFF (Fused Filament Fabrication) またはFDM (Fused Deposition Modeling) と呼ばれる熱溶解積層方式およびSLS (Selective Laser Sintering: 選択的レーザー焼結方式) による造形プロセスに対応しています。Digimatを用いて、造形する際の経路に依存した異方性を考慮した変形・残留応力を計算することで、使用する材料やプロセス・製品形状の最適化を行うことが可能です。

■ Digimat-AM の主な機能

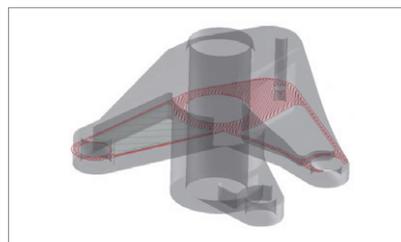
材料のメソ構造の考慮

Digmat-MFもしくはDigimat-FEを用いてメソ構造を考慮した材料物性を求めます。ファイラーや空孔の影響や、造形する際の経路に起因する異方性を考慮することが可能です。



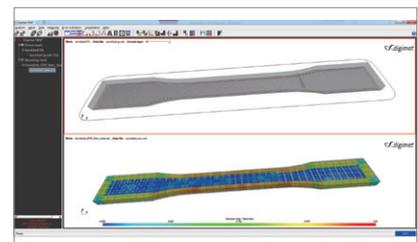
経路の設定

FFF (FDM) 方式の造形プロセス(経路)の設定は、3Dプリンタのツールパス設定ファイル(.gcode)をインポートすることにより容易に行うことができます。



構造解析への結果の引継ぎ

Digmat-AMで得られた残留応力分布結果をDigimat-MAPを用いて構造解析メッシュへマッピングできます。また、FFF (FDM) 方式の場合は、成形経路(ツールパス)をマッピングすることにより成形経路によって生じる材料異方性を反映した構造解析が可能です。



Digmat のモジュール：構造解析の精度向上



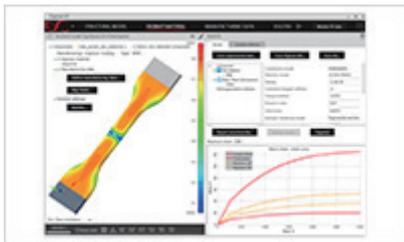
Digmat-RP

Digmat-RPは、不連続繊維強化樹脂製品の成形解析と構造解析の連携解析を簡単にセットアップするためのGUIです。成形解析で得られる繊維配向データやウエルドラインなどの読み込みから構造解析モデルへの反映、連携解析の実行まで一連の解析のプロセスをサポートします。連携解析を行うために最低限必要な機能が内包されているので、Digmat-RPのみで不連続繊維強化樹脂の成形解析－構造解析の連携を行うことが可能です。はじめて連携解析を実施される方や効率よく連携解析の設定・実行をしたい方におすすめの機能です。

■ Digmat-RP の主な機能

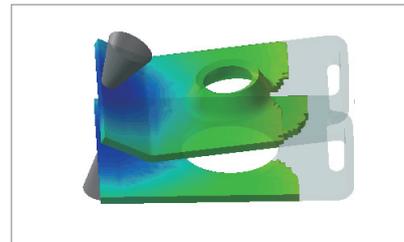
連携解析のためのワークフロー

ワークフローにより連携解析に必要な設定を簡単に行えます。解析対象のFEMモデル読み込み、樹脂流動解析結果のマッピング、解析の実行・モニタリング、解析結果の検証・確認（FEMのポストプロセッサの起動）をサポートします。



Digmat-RP/Fiber orientation estimator

Digmat-RP内に内包された樹脂流動解析モジュールにより繊維配向データやウエルドライン位置の取得が可能です。解析結果を用いた連携解析も実施できます。Digmat-RP GUI上で製品上のゲート位置・サイズを指定することで、どなたでも簡単に流動解析の設定ができます。



※Digmat-RP/Fiber orientation estimatorはオプション機能です。



Digmat-MAP

Digmat-MAP は、流動解析をはじめとした成形解析から得られた繊維配向、残留応力、温度およびウエルドラインなどのデータを構造解析用のメッシュにマッピングを行うツールです。通常はそれぞれの解析で適したメッシュタイプや分割方法が異なるので、成形解析で用いたメッシュをそのまま構造解析に使うことは推奨できずデータの変換が必要になります。マッピング手法の選択やオリジナルデータとマッピング結果の差を評価できるため、より詳細に連携解析を実施・評価されたい方におすすめの機能です。

■ Digmat-MAP の主な機能

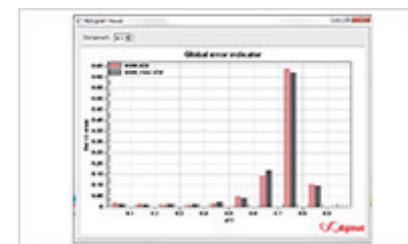
マッピング手法の選択

6種類のマッピング手法があり、解析対象の部品形状により最適なものを選択できます。



誤差評価機能

全体/局所誤差表示機能によりマッピング精度の確認が可能です。





Digmat-CAE

Digmat-CAEは、Digmat-MFと樹脂流動解析などの成形解析と構造解析間の連携を実現するインターフェースです。構造解析実行時に、汎用有限要素法ソルバのユーザーサブルーチンを介し、Digmat-MFで設定した複合材料のマイクロ構造に基づいた非線形材料モデルの定義を適用します。これにより、成形過程で生じる材料特性分布を考慮した構造解析を行うことが可能です。

■ Digmat-CAE の主な機能

成形工程を考慮した構造解析

樹脂流動解析やドレープ解析、鋳造解析、3Dプリンティングなどの成形解析と構造解析、疲労解析の橋渡しを行います。成形解析で得られたマイクロ構造を反映した材料定義による製品評価が可能です。



Digmat のモジュール：材料試験解析の簡易化



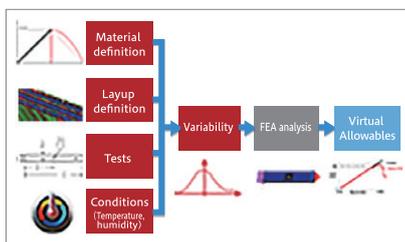
Digmat-VA

Digmat-VAは、連続繊維 (UD材、織物構造) の積層材料の物理特性の仮想許容値を求めるための専用の機能です。実際のクーポン試験の代わりにDigmat-VAを用いることで効率よく複合材料の設計を行うことができます。実際の試験で発生するような材料や成形プロセスによるばらつきも自動的に解析モデルに反映することが可能です。内包されたソルバによりFEM解析実行、結果評価をまでをVAのみで行うことができます。試験条件はComposite Materials Handbook-17 (CMH-17) で推奨されている手順に則って設定されます。

■ Digmat-VA の主な機能

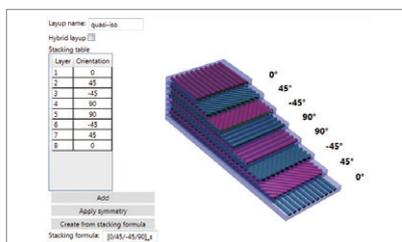
機能概要

材料試験の解析に必要な設定をDigmat-VAのGUIに従い、容易に設定できます。また、解析結果の簡易表示機能もついているため、解析結果を素早く確認できます。



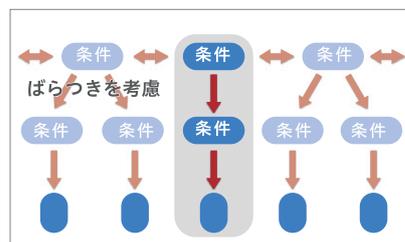
設定条件

UD材および織構造の積層材料の設定が可能です。設定できる試験片形状はノッチなし試験片 (引張/圧縮)、孔あり試験片 (引張/圧縮) です。これらの設定もDigmat-VA GUI上にて選択、設定できます。



解析条件マトリクス自動実行

条件のばらつきを考慮した複数の解析条件から解析条件マトリクスを作成し、順次自動実行します。



連携解析で対応しているソフトウェア

成形解析	Injection	Moldex3D
		Moldflow
		3D Timon
		REM3D
		Sigmasoft
		Simpoe
	Casting	Magmasoft
		ProCAST
	Liquid composite molding	PAM-RTM
	Draping	Simulayt
		PAM-FORM
		Aniform
	Micro computer tomography (μ -CT)	VGStudio MAX

構造解析	Structural	Ansys LS-DYNA
		Abaqus (Standard/Explicit)
		Ansys
		Marc
		MSC Nastran
		SAMCEF
		PAM-CRASH
		OptiStruct
		PERMAS
	Fatigue	CAE fatigue
		nCode DesignLife

動作環境

OS Windows / Linux ※詳しい動作環境はWEBサイトをご覧ください。▶▶▶ www.jsol-cae.com/digimat/function/

開発元

Hexagon社のManufacturing Intelligence divisionであるe-Xstream engineeringは、複合材料の非線形マルチスケールモデリングに特化したソフトウェア「Digimat」の開発およびコンサルティングサービスを提供し、材料と材料モデリングおよび数値シミュレーションにおいて幅広く深い専門知識を兼ね備えています。2003年に開発されたDigimatのユーザー拠点数は、現在、欧州、アジア、米国の400サイト以上に広がっています。Digimatは自動車、航空宇宙、コンシューマー、および産業向け製品メーカーなど多方面で利用される様々な材料(強化プラスチック、ゴム、高剛性金属)の開発に活用されています。

www.e-Xstream.com

JSOLの強力サポート

製品の導入から活用まで。CAEをより価値の高いものに

JSOLでは、安心してご活用いただくために、製品の使用方法に関して、さまざまなサポートを提供しています。製品に関する詳細は、弊社お問い合わせ窓口までお問い合わせください。

■ JSOLのサポートについて ▶▶▶ www.jsol-cae.com/support/



詳細情報はこちらのWebサイトから入手できます ▶▶▶ www.jsol-cae.com/digimat/

JSOL

NTT DATA Trusted Global Innovator
NTT DATA Group

※ DIGIMAT は、ベルギー e-Xstream engineering 社の登録商標です。日本では商標出願中です。※ 記載されている製品およびサービスの名称は、それぞれの所有者の商標または登録商標です。※ 株式会社 JSOL の販売地域は日本国内に限ります。※ Ansys[®]、及びその他すべての ANSYS, Inc. の製品名は、ANSYS, Inc. またはその子会社の米国およびその他の国における商標または登録商標です。

株式会社JSOLエンジニアリング事業本部

東京 〒102-0074 東京都千代田区九段南 1-6-5 九段会館テラス 11F
TEL : 03-6261-7168 FAX : 03-5210-1142

名古屋 〒460-0002 名古屋市中区丸の内 2-18-25 丸の内 KSビル 17F
TEL : 052-202-8181 FAX : 052-202-8172

大阪 〒550-0001 大阪市西区土佐堀 2-2-4 土佐堀ダイビル 10F
TEL : 06-4803-5820 FAX : 06-6225-3517

E-mail hg-cae-info@s1.jsol.co.jp URL <https://www.jsol-cae.com/>