

# COMSOL MULTIPHYSICS®

## マルチフィジックスシミュレーション

COMSOL Multiphysics® は、シミュレーションによって皆様が設計する製品の重要な特性を精度よく解析するための理想的なツールです。

実世界に存在する物理的な影響を自由に取り込めるマルチフィジックス解析を実現できる比類なき能力を持っており、この素晴らしい解析プラットフォームを設計、解析、研究に携わる全ての研究者、技術者に提供いたします。

### ■ COMSOL Multiphysics® 基本パッケージ機能

すべてのモデリングプロセスを統合

- ・形状作成
- ・材料 / 物性設定
- ・物理インターフェース設定
- ・メッシュ生成
- ・ソルバー
- ・可視化 / ポスト処理

レポート作成機能

無制限 (マルチフィジックス) 連成

モデルからアプリ作成、繰り返し処理の自動化 (Windows® のみ)

モデルから実行形式アプリへ変換

(COMSOL Compiler™: オプションのデプロイメント製品・Windows®, macOS, Linux® 対応)

### ■ 基本パッケージインターフェース一覧

音響学 (圧力音響)

対流 / 拡散 (対流 / 拡散、拡散)

電磁気学 (静電場、DC 導電体)

電気 - 熱の相互作用 (ジュール発熱)

流体力学 (非圧縮性ナビエ・ストークス)

伝熱 (伝導、対流 / 伝導)

構造解析 (応力、歪み)

変形メッシュ (ALE 法)

数学インターフェース

古典的 PDE (偏微分方程式)

・対流拡散方程式

・熱方程式

・ヘルムホルツ方程式

・ラプラス方程式

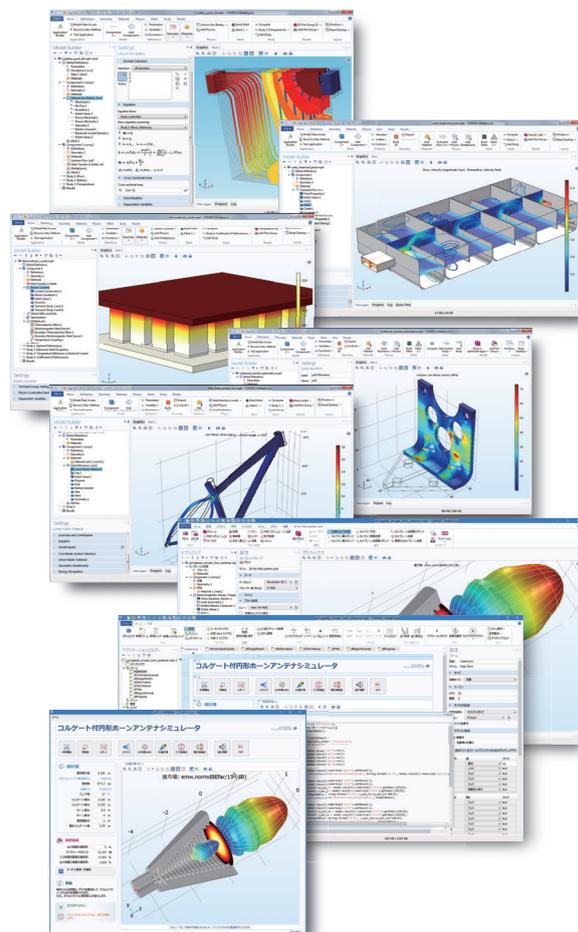
・ポアソン方程式

・波動方程式

PDE 係数型

PDE 一般形型

弱形式 (サブドメイン、境界、エッジ、点)



## COMSOL SERVER™

### ■ COMSOL Server™の機能

デプロイメント製品 : Application Builder で作成したアプリケーションのネットワーク配信 (クラウド環境に設置可能)

- ・アプリケーションライブラリ (アップロード / コメント / 削除)
- ・お気に入り
- ・配信範囲設定
- ・計算リソース管理、モニタリング
- ・履歴管理
- ・ユーザー / グループ管理
- ・その他設定

WebGL 対応ブラウザを搭載した iPad 等のタブレットやシンクライアント PC を端末として利用可能

※専用オプションモジュールとの連成で専門分野向けアプリケーションモード機能を追加可能です

※COMSOL Compiler™のライセンスは別途ご購入ください

※COMSOL Server™のライセンスは別途ご購入ください

# COMSOL MULTIPHYSICS® マルチフィジックスの進化論・よりオープンに使いやすく

COMSOL Multiphysics®のシミュレーション環境には、ジオメトリ定義～メッシュ作成～材料定義～物理特性定義～ソルバー処理～結果の可視化など、モデリングプロセスに必要な全てのステップが揃っています。さらに電磁気・光学系、構造・音響系、流体・伝熱系に加え、汎用シミュレータでは他に例を見ない化学系といった専門分野モジュールの追加で、幅広い物理現象とアプリケーションに適した、多数の定義済みフィジックスインターフェースが加わり、モデル設定は短時間で終了します。

## COMSOL Multiphysics® (プラットフォーム製品)

COMSOL Multiphysics® シミュレーション環境は、それ自身が解析機能を持つと共に、専門分野モジュールのプラットフォームの役割も兼ねており、電磁気から構造、振動、流体、伝熱、化学までの幅広い用途に適した数々のあらかじめ定義されたフィジックスインターフェースが、マルチフィジックスモデルの作成を容易にします。

高い自由度も特徴の1つで、材料特性、方程式のソース項のみならず、境界条件に関しても空間時間依存、従属変数の関数などが全て変更可能です。さらに、PDE モードでユーザーが独自に作成した方程式を入力して、既存の方程式と自由に組み合わせることもでき、先端分野の研究者から高い評価を得ています。

Model Method を利用して、繰り返し作業の自動化や、乱数によるジオメトリ生成も可能です。

※専門分野モジュールは別売オプションです。 ※詳細はお問い合わせください。

### COMSOL Desktop®

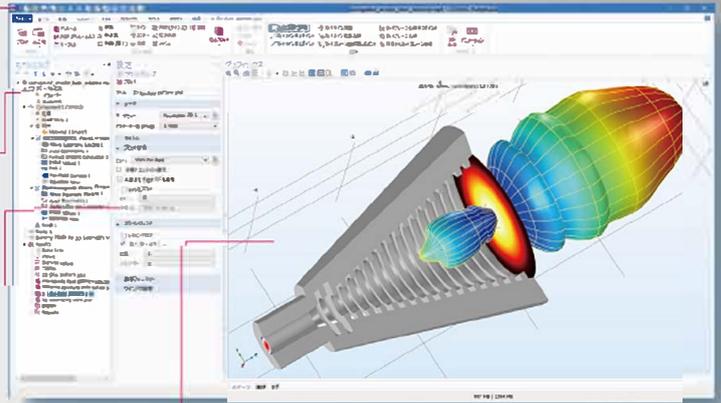
ドッキングウィンドウは好みに応じて表示位置やサイズを変更してカスタマイズできます。

### モデルビルダー

モデルビルダーにより、いかなる設定箇所へも瞬時にアクセスが可能です。

### 設定

グラフィックスウィンドウとの統合を通して、設定ウィンドウのモデルプロパティの管理、更新を実現しました。



グラフィックス  
超高速グラフィック表示、多彩な可視化機能、そしてマルチプロットを実現しました。

## Application Builder (プラットフォーム製品)

COMSOL Multiphysics® バージョン 5.0 で登場した、世界初と言える新機能、それが Application Builder です。

「解析エンジニアが作成したモデルを、設計など他の部門のエンジニアにも理解しやすい形で気軽に共有したい」今まで多くのエンジニアが思い描いていた、シミュレーションによるものづくりのノウハウを、簡単なパズルを組み立てるように共有できます。

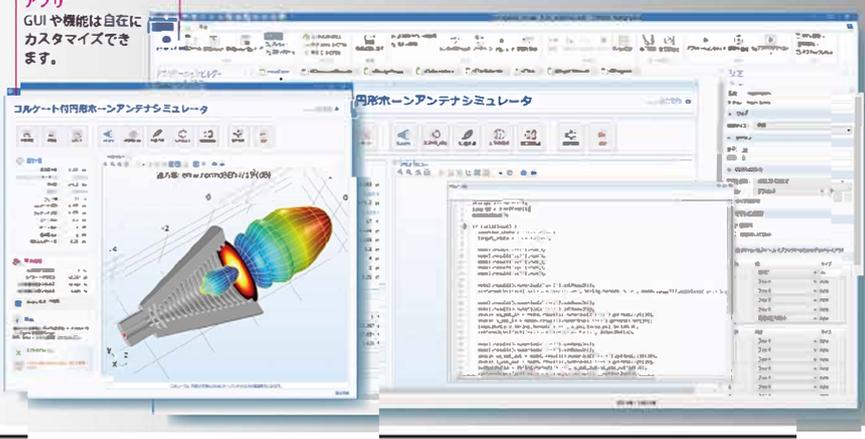
見かけは簡略化しても、バックグラウンドで動作する仕組みは COMSOL Multiphysics® そのもので、何も省略されていません。モデルを熟知したエンジニアこそ、機能や GUI を自由にカスタマイズして、目的にフィットしたアプリを作る適任者です。

※アプリの作成は Windows® OS 上にインストールされた Application Builder で行えます。  
※作成したアプリは、Windows®、Linux®, macOS いずれの OS 上でも実行可能です。

ユーザーの作成したアプリ  
GUI や機能は自在にカスタマイズできます。

### Application Builder

モデル作成時の COMSOL Desktop® が拡張されたインターフェースでアプリが作成できます。



## COMSOL Compiler™ (デプロイメント製品)

シミュレーションアプリの共有に画期的なツールが登場しました! Application Builder で作成したアプリを各種の OS で動作できる実行形式ファイルに変換し、無償配布可能かつライセンス認証不要でご利用いただけます。(オプション製品)

### ●どのOSでも使える

Windows®, Linux®, macOS いずれの OS にも対応した実行形式ファイルに変換できるので、アプリを使用する機材の選択の幅が大きく広がります。

### ●どこでも使える

動作環境の要件に適合する PC なら、COMSOL 製品がインストールされていない PC、ネットワークに接続されていない PC でも実行できます。

## COMSOL Server™ (デプロイメント製品)

研究・開発拠点や生産拠点を国内外のあちこちに展開している現代のものづくりでは、コラボレーションワークにもネットワークの利用が不可欠となっています。

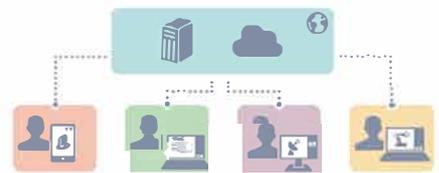
COMSOL Server™ を利用すれば、Application Builder で作成したアプリケーションを、ネットワーク経由の Web アプリとして組織内の国内外各拠点や、組織外の拠点にも配信できます。

配信先では、アプリケーション上で様々なパラメーターを自在に変更して再計算し、可視化やレポート作成ができます。しかも、シミュレーションの複雑な計算は全て COMSOL Server™ 側で演算するので、配信先の端末には計算の負荷がかかりません。

PC だけでなく様々なタブレット端末からも、アプリケーションのパラメーター再設定から計算スタート、シミュレーション結果の 3D ビューによる確認、レポート作成まで行えます。

※COMSOL Server™ のライセンスは別途ご購入ください。  
※COMSOL Multiphysics® で作成したモデルが専門分野モジュールの機能を使用している場合、COMSOL Server™ にも同じ名称のモジュールを追加する必要があります。

## 部門内共有から、全世界の拠点・協業先・共同研究先との情報共有へ展開可能



### ●基礎研究部門

次世代の製品開発が容易に。

### ●設計部門

設計変更に関わるパラメーター確認と再計算が容易に。

### ●製品開発部門

製品のバリエーション開発が容易に。

### ●品質管理部門

製品のパラメーター確認が容易に。

### ●応用研究部門

技術を応用した別製品の開発が容易に。

### ●製造部門

国内、海外の拠点を問わず、製造上のパラメーターの確認と変更が容易に。

### ●協業先、取引先など(組織外)

製品と製造上の情報確認が容易に。



# COMSOL<sup>®</sup> ソフトウェア 製品一覧

## アドオン製品

### COMSOL MULTIPHYSICS<sup>®</sup>

プラットフォーム製品  
数値解析で物理ベースの  
設計とプロセスを理解し、  
予測し、最適化する。

### デプロイメント製品

- COMSOL Compiler™
- COMSOL Server™

COMSOL Multiphysics<sup>®</sup>  
で作成したシミュレーション  
アプリの配布。

### 電磁気モジュール

- AC/DC
- RF
- 波動光学
- 光線光学
- プラズマ
- 半導体

### 流体&伝熱モジュール

- CFD
  - ミキサー
- ポリマー流れ
- マイクロfluidics
- 多孔質媒体流れ
- 地下水流
- パイプ流れ
- 分子流
- 金属プロセス
- 伝熱

### 構造&音響モジュール

- 構造力学
  - 非線形構造材料
  - 複合材料
  - ジオメカニクス
  - 疲労解析
  - ローターダイナミクス
  - マルチボディダイナミクス
- MEMS
- 音響

### 化学モジュール

- 化学反応工学
- バッテリーデザイン
- 燃料電池&電解槽
- 電気めっき
- 腐食解析
- 電気化学

### 多目的

- 最適化
- 材料ライブラリ
- 粒子追跡
- 液体&気体特性

### インターフェース

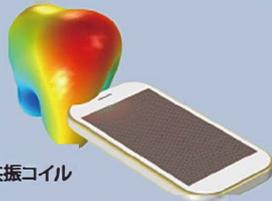
- LiveLink™ for MATLAB<sup>®</sup>
- LiveLink™ for Simulink<sup>®</sup>
- LiveLink™ for Excel<sup>®</sup>
- CADインポート
- デザイン
- ECADインポート
- LiveLink™ for SOLIDWORKS<sup>®</sup>
- LiveLink™ for Inventor<sup>®</sup>
- LiveLink™ for AutoCAD<sup>®</sup>
- LiveLink™ for Revit<sup>®</sup>
- LiveLink™ for PTC<sup>®</sup> Creo<sup>®</sup> Parametric<sup>™</sup>
- LiveLink™ for PTC<sup>®</sup> Pro/ENGINEER<sup>®</sup>
- LiveLink™ for Solid Edge<sup>®</sup>
- File Import for CATIA<sup>®</sup> V5

## アドオン製品 (分野別モジュール・オプション製品)

### 電磁気分野

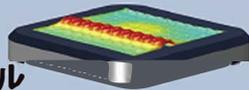
#### RF モジュール

- アンテナ・導波路・サーキュレータ
- プラズモニクス・メタマテリアル・生体加熱
- マイクロ波&光/デバイス・RF/マイクロ波加熱
- 石油探査と人工信号源電磁調査・伝送線路・共振コイル



#### AC/DC モジュール

- キャパシター・インダクター・トランス・モーター
- 発電機・その他電気機械・ケーブル・センサー
- EMC・生体加熱・電磁シールド・永久磁石と電磁石

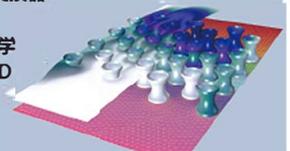
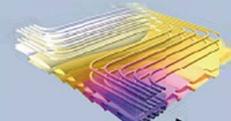


- ◎その他各種分野に対応
- 波動光学モジュール
  - 光線光学モジュール
  - プラズマモジュール
  - 半導体モジュール

### 化学分野

#### 化学反応工学モジュール

- バッチ反応器、発酵槽・サイズの最適化
- ろ過と分離・熱交換器
- 化学反応式
- 生化学・食品化学
- 半導体製造とCVD
- クロマトグラフィ



#### バッテリーデザインモジュール

- リチウムイオン電池
- 全固体電池
- 電池一般 (鉛蓄電池、ニッケル水素電池等)

- ◎その他各種分野に対応
- 燃料電池&電解槽モジュール
  - 電気めっきモジュール
  - 腐食解析モジュール
  - 電気化学モジュール

### 構造&音響分野

#### 音響モジュール

- 音響構造相互作用・弾性波・スピーカーとマイクロホン
- 音響トランスデューサーとスピーカー・補聴器・構造振動
- MEMS音響センサー・MEMSマイクロホン・圧電音響
- 線形化オ일러方程式・線形化ポテンシャル流
- 消音器の反応と吸収・防音と遮音・ソナー・熱音響
- 機械装置のノイズと振動・多孔質弾性波



#### 構造力学モジュール

- 接触/摩擦解析・ねじれゆがみ・振動・モード解析
- 回転体動力学・ひずみ
- 材料変形・応力-光学効果
- 圧電デバイス
- 流体-構造連成 (FSI)

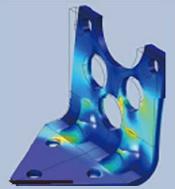


- ◎その他各種分野に対応
- 非線形構造材料モジュール
  - 複合材料モジュール
  - ジオメカニクスモジュール
  - 疲労解析モジュール
  - ローターダイナミクスモジュール
  - マルチボディダイナミクスモジュール
  - MEMSモジュール

### 多目的

#### 最適化モジュール

- 他のモジュールと組み合わせて、任意のモデル入力変数から最適解を算出可能です。
- 時間依存最適化・形状最適化・寸法最適化
  - トポロジー最適化・パラメーター推定など



#### 粒子追跡モジュール

- 他のモジュールと組み合わせて、粒子-粒子間、粒子-フィールド間の相互作用を含んだ、液体や電磁場での粒子の軌跡が算出できます。

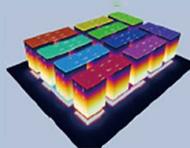


- ◎その他各種分野に対応
- 材料ライブラリ
  - 流体 & 気体特性モジュール

### 流体&伝熱分野

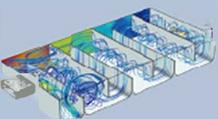
#### 伝熱モジュール

- 抵抗/誘導加熱・輻射熱・摩擦攪拌接合・アーク溶接
- レーザー溶接、レーザー加熱・鋳造・熱処理・熱放射
- 熱交換器と冷却フランジ・炉とバーナー・電子冷却
- 生体加熱治療、温熱療法、凝固・食品加工
- 調理、殺菌・ディスクブレーキ・共役伝熱



#### CFD モジュール

- サイクロン・フィルター、分離器
- 電子冷却・ファン・グリル
- 医療/バイオ (血管内の血流等)
- ポンプ・ミキサーと攪拌器・車両・構造物周囲の流れ
- 共役伝熱・乱流・気泡流・沈殿・エマルジョン・懸濁液



- ◎その他各種分野に対応
- ミキサーモジュール
  - ポリマー流れモジュール
  - マイクロfluidicsモジュール
  - 多孔質媒体流れモジュール
  - 地下水流モジュール
  - パイプ流れモジュール
  - 分子流モジュール
  - 金属プロセスモジュール

### インターフェース

COMSOL Multiphysics<sup>®</sup> 本体ではDXF形式 (2D) と STL 形式の入出力、VRML 形式と DEM 形式の入力ができ、さらに汎用 3D CAD との間でデータを受け渡すためのオプションもさまざま用意されています。

LiveLink シリーズの特徴は「同期」ボタンのクリックで CAD データをファイルに保存せずに COMSOL Multiphysics<sup>®</sup> に引き渡し、またそれらを修正した上で CAD へフィードバックすることが可能で、生産性の画期的な向上が期待できます。

#### ◎その他各種 3D CAD に対応

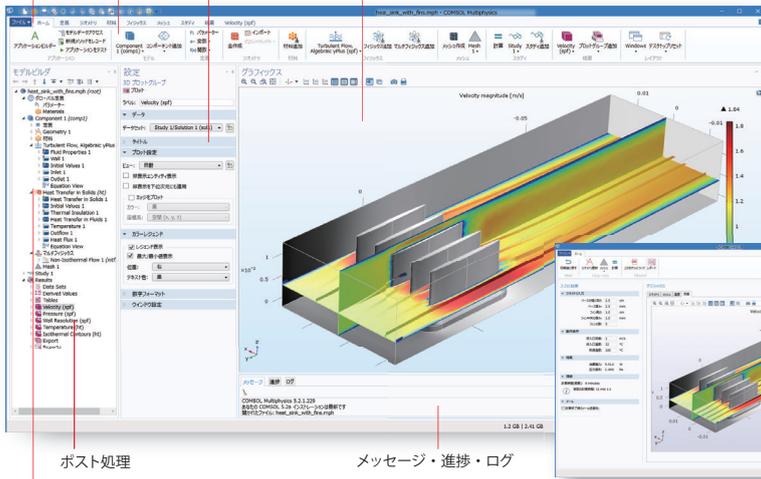
- LiveLink™ for MATLAB<sup>®</sup>
- LiveLink™ for Simulink<sup>®</sup>
- LiveLink™ for Excel<sup>®</sup>
- CADインポートモジュール
- デザインモジュール
- ECADインポートモジュール
- LiveLink™ for SOLIDWORKS<sup>®</sup>
- LiveLink™ for Inventor<sup>®</sup>
- LiveLink™ for AutoCAD<sup>®</sup>
- LiveLink™ for Revit<sup>®</sup>
- LiveLink™ for PTC<sup>®</sup> Creo<sup>®</sup> Parametric<sup>™</sup>
- LiveLink™ for PTC<sup>®</sup> Pro/ENGINEER<sup>®</sup>
- LiveLink™ for Solid Edge<sup>®</sup>
- File Import for CATIA<sup>®</sup> V5

メインメニュー

リボン

セッティング

グラフィックス



## COMSOL Desktop®

COMSOL Desktop®を使えばワークフローの管理が容易になり、モデリング作業の全体像を明確につかむことが可能です。メインメニュー、ヘルプデスクといった埋め込みウィンドウの設置機能や、設定、メッセージ、グラフィックなどの各種ウィンドウを自由に構成/配置して、GUIを使いやすくカスタマイズできます。また、GUIはワンタッチで初期状態に戻すことも可能です。

## アプリケーション

COMSOL Multiphysics®のWindows®版にインストールされた Application Builder を利用すれば、作成したモデルから部門別、分野別の利用者を前提にカスタマイズしたシミュレーションアプリをデスクトップで作成できます。いずれも別売オプションの COMSOL Server™でネットワーク経由で Web アプリで配信、または COMSOL Compiler™で実行形式ファイル化してモデルを共有できます。

ポスト処理

メッセージ・進捗・ログ

モデルツリー

## 推奨動作環境

CPU	SSE4命令セットを備えたIntel®64またはAMD64アーキテクチャの64bit CPU。(使用コア数の制限無し、ハイパースレディング非対応)
メモリ	CPU 実装コア数 × 4GB またはそれ以上。
ハードディスクまたは SSD	ソフトウェアのインストール領域として、4GB またはそれ以上の空き容量。
グラフィックス	OpenGL® 2.0 以降、または DirectX® 9.0(Windows® OS のみ) 以降、搭載メモリ 512MB またはそれ以上のグラフィックカード。
ネットワーク	オンラインでインストール/アップデートを行う場合は、インターネットと接続できる環境。 フローティングネットワークライセンス (FNL) において、ライセンスマネージャ PC とクライアント PC が別 PC の場合、ネットワーク上で両 PC 間の TCP/IP プロトコルによる接続が必要。
光学ドライブ	オンラインインストールが出来ない環境の PC の場合は、インストール時に DVD-ROM ドライブが必要。
アプリケーション	Adobe® Acrobat® Reader 10.1.9, 11.0.06 またはそれ以降。(PDF ドキュメント閲覧用)
クラスターコンピューティング	可能。(詳細はお問い合わせください)
OS (いずれも 64bit 環境のみ対応)	Windows® Windows® 10 / Windows® 10 Pro for Workstations / Windows® 8.1 / Windows® 7 SP1 / Windows Server® 2019 / Windows Server® 2016 / Windows Server® 2012 R2 / Windows Server® 2012 / Windows Server® 2008 R2 SP1 / Windows HPC Server 2008 R2 SP1  Linux® Debian® 9, 10 / RedHat® Enterprise Linux® 7.8, 8.2 / CentOS 7.8, 8.2 / Ubuntu® 16.04, 18.04, 20.04 / SUSE® Linux Enterprise Desktop® 15 SP2 / OpenSUSE® Leap 15.1, 15.2  macOS macOS 10.13, 10.14, 10.15, 11.0
バージョン5.6・2020年11月11日現在	
ライセンス形態 (COMSOL Multiphysics®)	フローティングネットワークライセンス (FNL) 導入ライセンス数を上限としてネットワーク上で同時利用可能。クラスターコンピューティングにはこのライセンスが必要です。  CPU 固定シングルユーザライセンス (CPU) 1ライセンスにつき PC を 1 台指定。※リモートデスクトップ経由ではご利用いただけません。※同時に 1 ユーザのみ利用可能です。  利用者固定シングルユーザライセンス (NSL) 1ライセンスにつき利用者を 1 名指定。※リモートデスクトップ経由でご利用いただけます。※同時に PC を 2 台まで利用可能です。  クラスキットライセンス (CKL) 受講者用ライセンス 30 ユーザのセット。 ※教育機関における教育、授業用途向け限定のライセンスです。クラスターコンピューティングはご利用いただけません。詳細はお問い合わせください。

※記載内容は改良のため予告なく変更される場合があります。詳細はお問い合わせください。

### 無料導入セミナー

ご好評につき定期開催中  
各分野のモデリングを体験できます

### 15日間無料評価版

COMSOL Multiphysics®/COMSOL Server™/  
COMSOL Compiler™をフル機能で評価できます

### ユーザー事例集

1000種を超える各種分野の事例集  
全世界の事例を提供できます

## KESCO KEISOKU ENGINEERING SYSTEM

### 計測エンジニアリングシステム株式会社

〒101-0047 東京都千代田区内神田1-9-5 SF内神田ビル  
TEL:03-5282-7040 FAX:03-5282-0808  
<https://kesco.co.jp/service/comsol/>

<http://www.comsol.jp>

詳細お問い合わせは弊社または特約店へご連絡ください。