
Cradle CFD バージョン 2021 リリースノート

概要

ソフトウェアクレイドルは、お客様の生産性をさらに高め、スマートマニュファクチャリングを支援するマルチフィジックス CFD ソリューション：Cradle CFD バージョン 2021 のリリースを発表いたします。最新バージョン 2021 では、scFLOW と STREAM の両パッケージが Cradle CFD として統合されています。

本バージョンでは、お客様の CFD 業務における生産性を向上する 70 以上の新機能と既存機能の強化を盛り込んでいます。以下に、新機能からいくつかのトピックを紹介します。その他の新機能や詳細な説明については、クレイドルユーザーページまたは MSC SimCompanion にて公開している新機能説明資料をご覧ください。

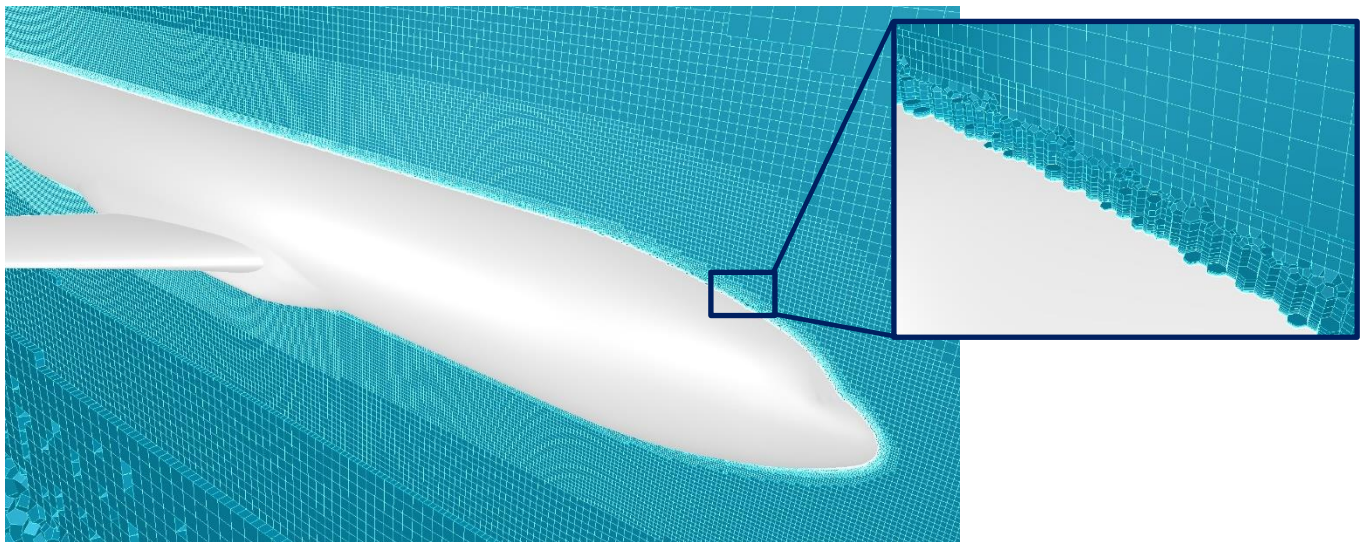
新機能ハイライト

空間ヘキサメッシュとボクセルフィッティングメッシュの強化

scFLOW の空間ヘキサメッシュは、メッシュ時間と要素面数を削減するポリヘドラル及びヘキサメッシュで構成されており、精度を低下させずに実行時間の高速化を実現します。壁面近傍にはポリヘドラルメッシュを配置することで形状再現性を維持したまま、壁から離れた流体または固体の体積領域はメッシュサイズを決めるオクタントをそのまま利用したヘキサメッシュとすることで要素数を削減します。

ボクセルフィッティングメッシュは、CAD 形状またはファセットデータからヘキサメッシュが大部分を占めるメッシュを直接構築する新しいメッシングアプローチで、そのどちらも閉空間である必要はありません。ボクセルフィッティングメッシュでは流体と固体の体積メッシュが生成されたのち、従来のメッシュ生成手法と同様に境界層要素を挿入します。その結果、計算精度を犠牲にすることなくメッシュ生成時間を大幅に短縮することが可能です。

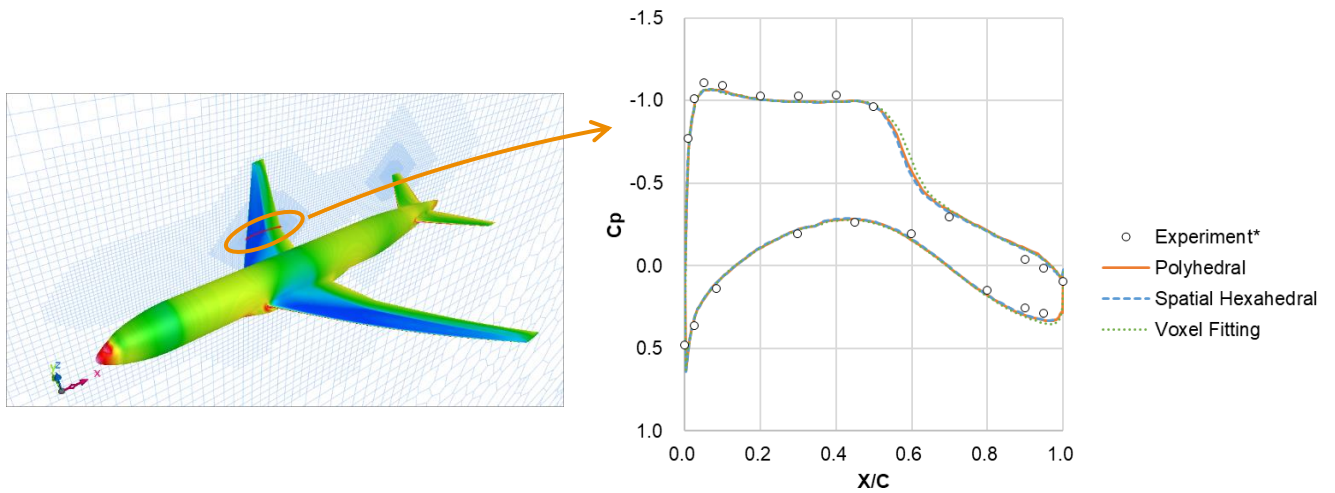
実務検証事例の一例として、NASA Common Research Model (CRM)では、ポリヘドラルメッシュよりもメッシング時間の 40%削減と 2 倍の計算高速化が確認されています。



NASA CRM 遷音速航空機：空間ヘキサメッシュの例

NASA CRM モデルメッシュサイズと正規化作成時間

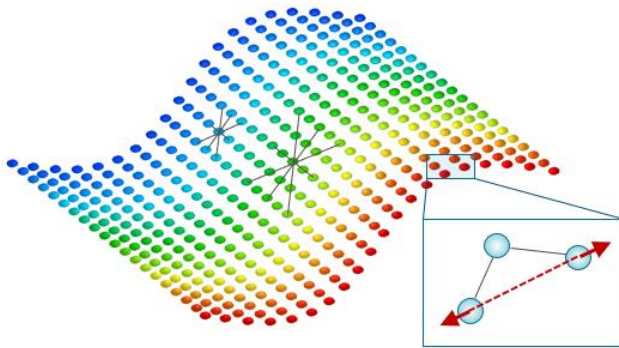
メッシュタイプ	要素数	メッシング時間の比率 (16 コア)
多面体	15,571,137	1.00
空間六面体	14,041,600	0.56
ボクセルフィッティング	15,698,435	0.98



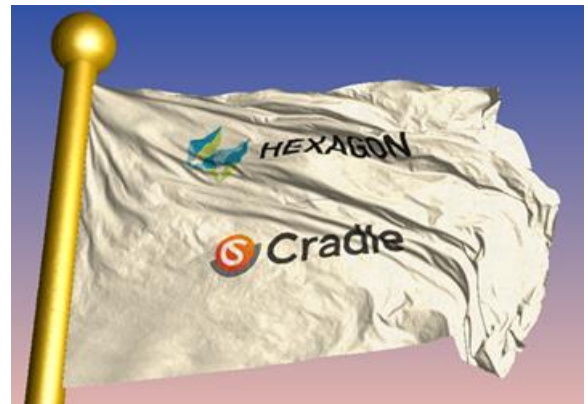
全てのメッシュタイプで同程度の計算精度が確認されています。

離散要素法 布モデル

Cradle CFD へ導入された布モデルは、離散要素法（DEM）アルゴリズムを応用し、大きな変形がある繊維材料のシート本体を含むシミュレーションを可能にします。布にかかる力が、伸長、圧縮、屈曲に対する復元力として計算され、繊維材料に生じるしわの予測を可能にします。また、流体からの抵抗力を考慮することで、布のはためきも表現できます。



Cradle CFD 布モデル



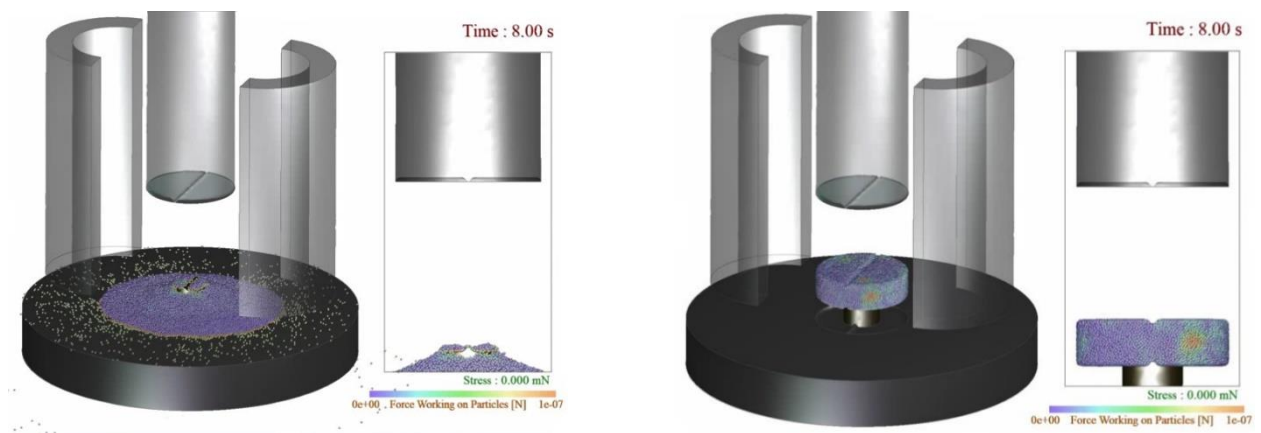
流体からの抵抗力を考慮することで表現された布のはためきを再現した旗のシミュレーション

離散要素法 凝集 / 吸着・脱着 / 溶解

DEM に追加された新機能によって、scFLOW の食品および化学加工、製剤における適用対象が広がります。

- DEM 粒子による水分または化学種の吸脱着
- 水中での粉薬の溶解など、溶媒に対する DEM 粒子からの溶解
- 湿潤粒子と微細乾燥粒子など、DEM 粒子凝集

これらの機能は、以下に示されるような医薬品錠剤の製造工程など、流体と粉体の相互作用を考慮した場合の新しいシミュレーションを可能にします。

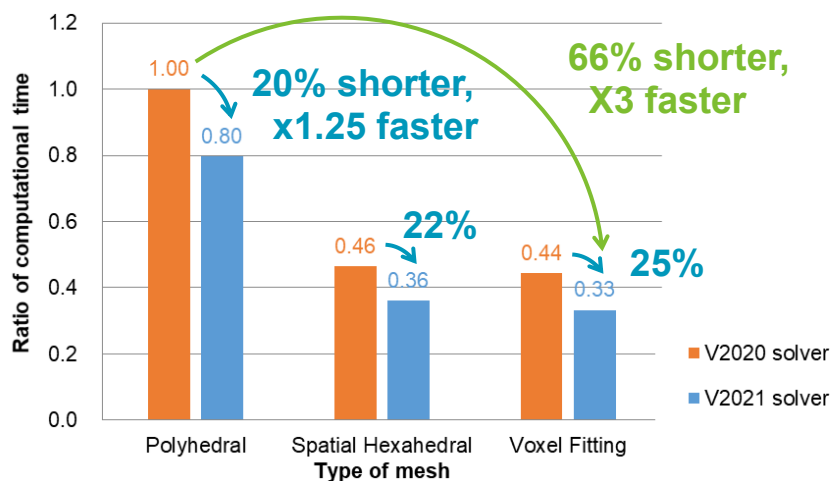


錠剤の形成（左：凝集なし，右：凝集あり）

密度ベースソルバー HPC 性能の強化

scFLOW の強化された密度ベースソルバーは、精度を維持したまま大幅な高速化を実現します。加えて、新しい空間ヘキサメッシュやボクセルフィッティングメッシュを併用することで、同じような要素数でも要素面数を削減し、ソルバーの実行時間を大幅に短縮します。

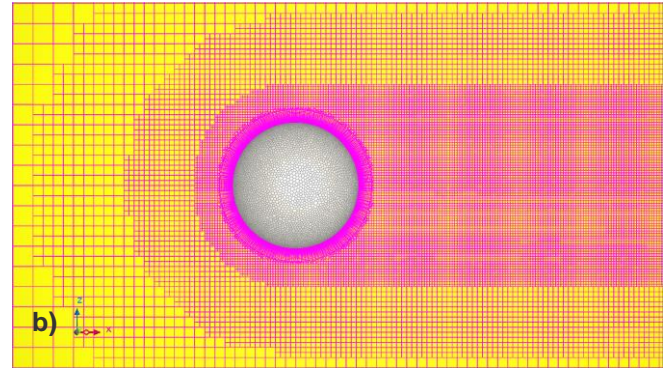
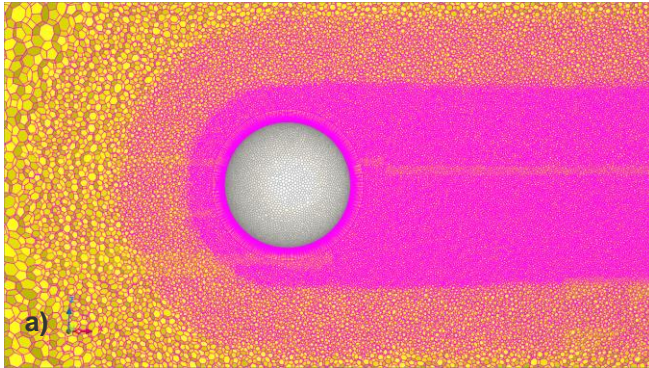
NASA CRM 遷音速航空機では、密度ベースソルバー強化により 1.25 倍の高速化を実現し、そして同じオクタントのボクセルフィッティングを併用した場合、合計 3 倍の高速化が示されました。



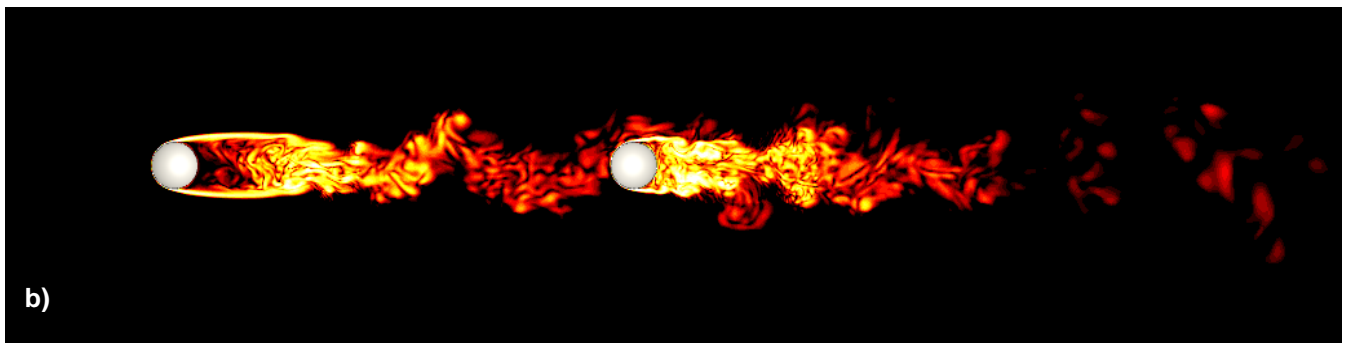
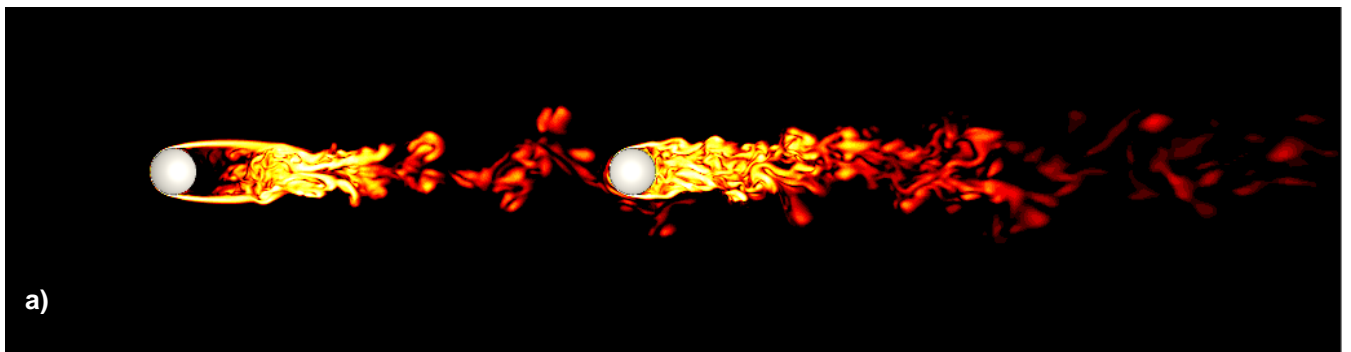
NASA CRM 遷音速航空機の検証例では、同じオクタントサイズを用いた異なるメッシュタイプで高速化を実現

また、これは上記の NASA CRM モデルにおいて、V2020 と比較した場合、V2021 の密度ベースソルバーが 20～25% 高速化していることを示しています。

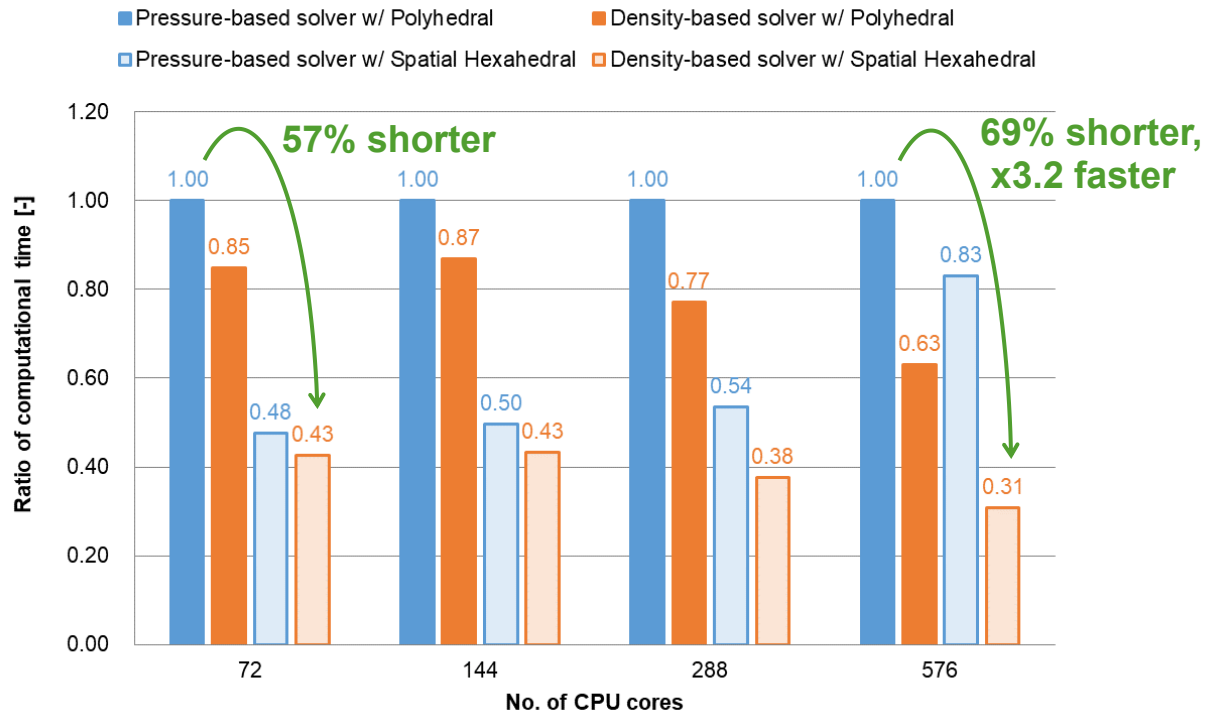
以下の例では、直列に並んだ 2 つの球体周りの流れの計算例を用いて、圧力ベースソルバーおよび密度ベースソルバーの HPC パフォーマンスを比較しています。密度ベースソルバーでは、コア数が増えるにつれて明らかな高速化が見られ、空間ヘキサメッシュと組み合わせることで、体積メッシュのオクタントサイズを一定に保ちながら、このケースでは 3.2 倍の高速化を実現しています。



直列に並んだ2つの球体のうち、前方の球体周りの a)ポリヘドラルと b)空間ヘキサメッシュによる離散化



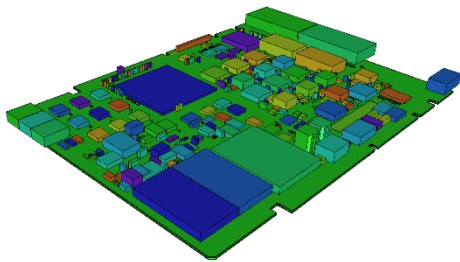
a)圧力ベースと b)密度ベースソルバーを使用した空間ヘキサメッシュの結果を可視化



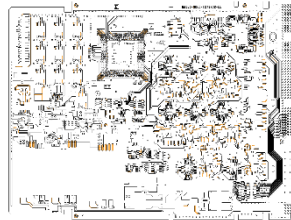
直列に並んだ2つの球体周りの流れの計算例は、同じオクタントサイズを用いた異なるメッシュタイプにおける高速化を示しています。

IPC-2581 サポート

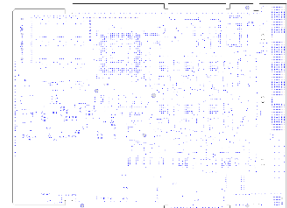
STREAM における IPC-2581 ファイル形式のサポートは、1つのファイルからの詳細な PCB 設計データのインポートを可能にします。IPC-2581 は、CAE、製造、設計など、標準化されたデータ転送を可能にするオープンでグローバルなファイル形式の 1 つで、CAE の範囲を超えて利用が拡大しています。このファイル形式は、基板や部品形状、配線、サーマルビアなど、PCB の正確で詳細な熱解析のために関連する全ての情報を 1 つのファイルに保持しています。



基板・部品形状



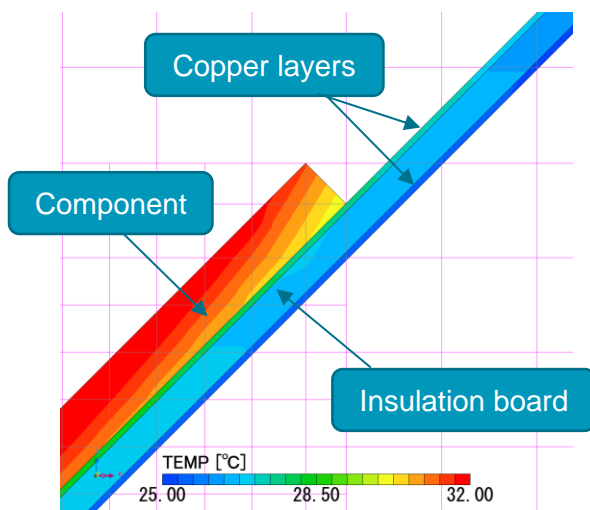
配線パターン



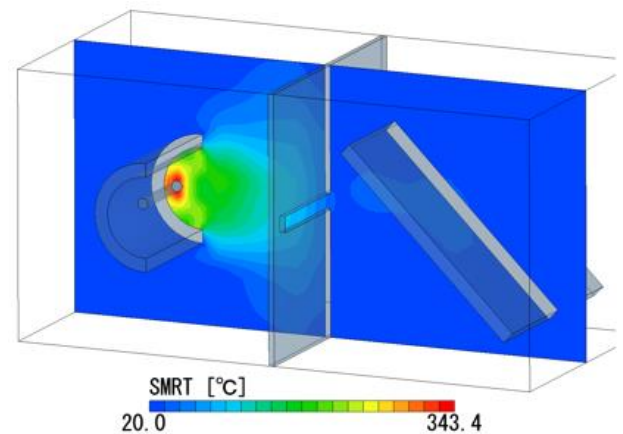
サーマルビア

カットセルの改善

本バージョンでは STREAM のカットセル機能が大幅に強化され、多面要素、マルチブロック、熱輻射をサポートします。新たに 1 要素内に複数の要素・物性をカットセルで表現することが可能となったため、層状の薄型部品や筐体を再現する際の要素数を減らすことができ、計算コストを大幅に削減できます。また、マルチブロックとの併用も計算コストの低減に貢献します。熱輻射のサポートにより、熱設計分野での活用を促進します。



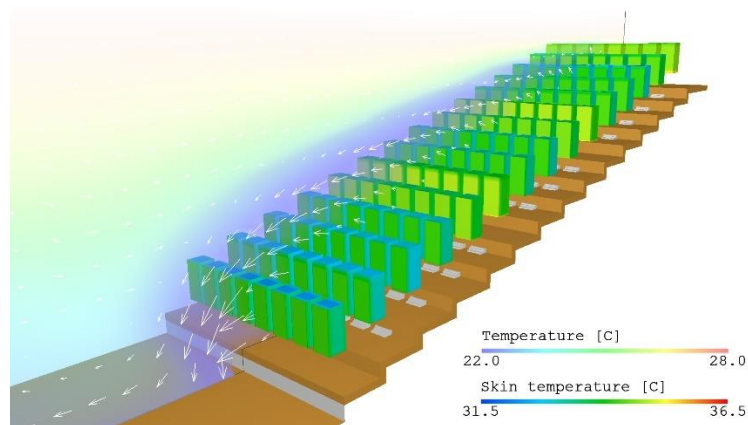
カットセルを使用した斜め配置の PCB モデル



熱輻射を考慮したカットセルモデル

人体熱モデル JOS

STREAM で利用可能となったソフトウェアクレイドル独自の人体熱モデル（JOS：Joint System Thermoregulation Model）は、車両内、建物の室内などの環境におけるヒトの熱的快適性の知覚にとって不可欠な詳細情報（皮膚温度、発汗による皮膚ぬれ率、温冷感など）を提供します。人体から放出される熱と水分も評価され、これら全ての値が熱流体解析においてより高精度に温度と湿度を計算するために使用されます。



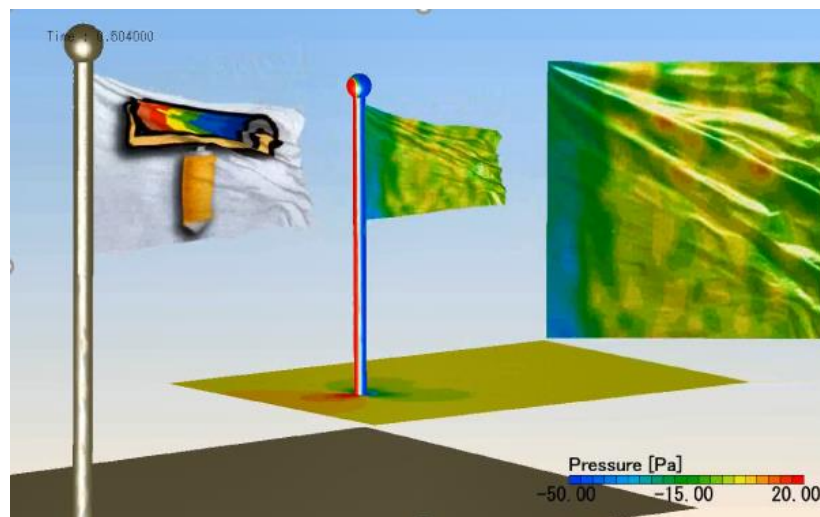
階段教室の熱流体解析における JOS モデル

DEM 布モデルの図化機能

scPOST は、DEM のモデルの導入に合わせて以下の可視化機能を追加しています。

scPOST でサポートされている可視化手法：

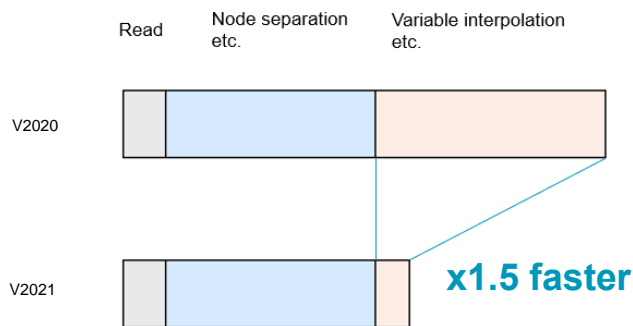
- 画像ファイルを使用してテクスチャをマッピングする
- 布の表面上に変数（圧力など）をマッピングする
- 水表現を応用したしわの描画手法と光沢処理
- 各領域の展開図を表示する



テクスチャマッピングと圧力分布表示を利用した布のはためき解析の可視化

FPH の読み込み高速化

scPOST の結果ファイル (fph ファイル) の読み込みに関する処理の改善により、読み込みが 1.5 倍高速化されました。節点単位の処理を並列化することにより、高速化を実現しています。



FPH ファイルを開く時間の内訳



約 750 万要素がある自動車の例：
1.5 倍の読み込み高速化