



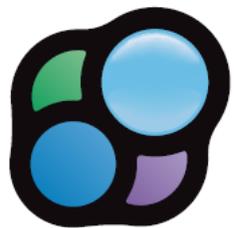
粒子法流体シミュレーションソフトウェア 「Particleworks」のご紹介



株式会社 構造計画研究所
SBDエンジニアリング部



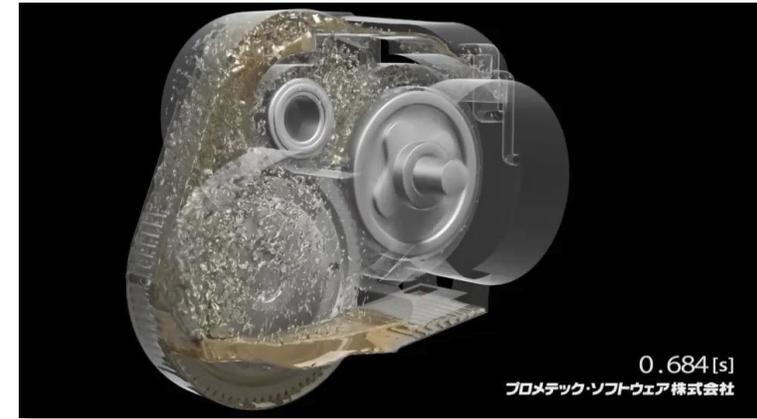
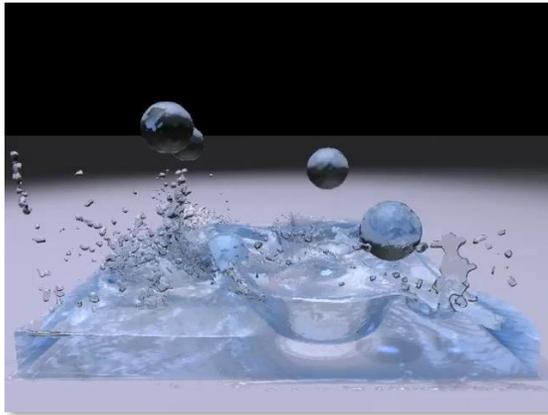
- 製品概要
- ユーザー様活用事例
- ソフトウェア活用までの流れ
- 解析事例
- 解析の流れ
- 会社紹介



Particleworks[®]
Particle-based simulation software for CAE

製品概要

- **世界初** の粒子法 (MPS : Moving Particle Simulation) に基づいた流体解析ソフトウェア
 - 格子法に基づく流体解析では困難な自由表面流れの解析を実現



– 開発

- プロメテック・ソフトウェア株式会社

PROMETECH.



大学発ベンチャー表彰

2014年 文部科学大臣賞 受賞

左から

服部 正太 (株式会社 構造計画研究所 代表取締役 CEO)

柴田 和也 (東京大学 准教授)

藤澤 智光 (プロメテック・ソフトウェア株式会社 代表取締役社長)

藤井 基之 (文部科学副大臣)

(敬称略, 役職は当時)

https://www.jst.go.jp/aas/aas2014/award_2014.html



1. メッシュ不要な簡単設定

- つまづきやすいメッシュ設定が不要
- 3DCADデータをそのまま入力可能
- 計算途中で結果確認が可能

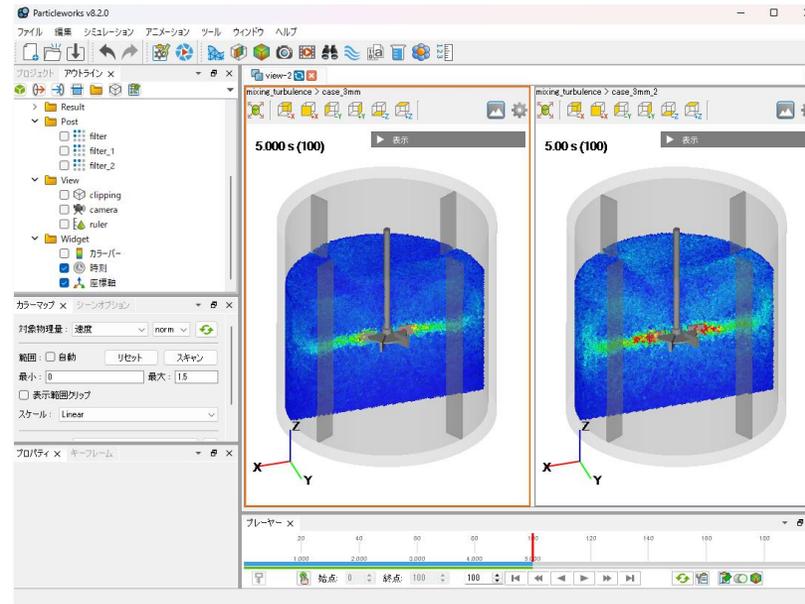
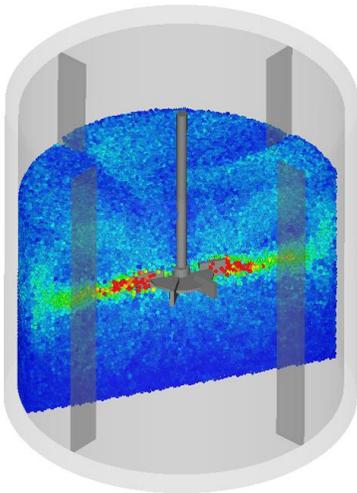
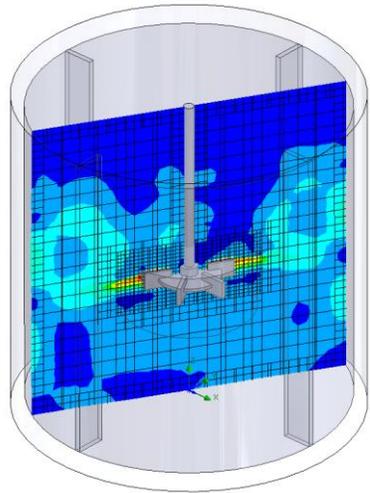
2. 直感的で分かりやすいUI

- 解析設定フローがシンプル
- グラフ機能・Python API搭載
- ビューアーから直感的に操作できる

3. 日本産ソフト/日本語サポート

- 500記事を超えるQ&A、マニュアル
- 技術サポートの満足度98%
- 操作、理論トレーニングメニュー

格子法ソフト



1. メッシュフリーの粒子法に基づくソフトウェア

- 煩雑になりがちなメッシュ作成が不要
- 界面の大変形や液滴の離合を伴う複雑な自由表面流れのシミュレーションが容易

2. 高粘性流れの解析、非ニュートン流体の解析が可能

- 低粘性流体のニュートン流体だけではなく、非ニュートン流体を含む高粘性流体の解析が可能

3. マルチフィジックス問題への展開

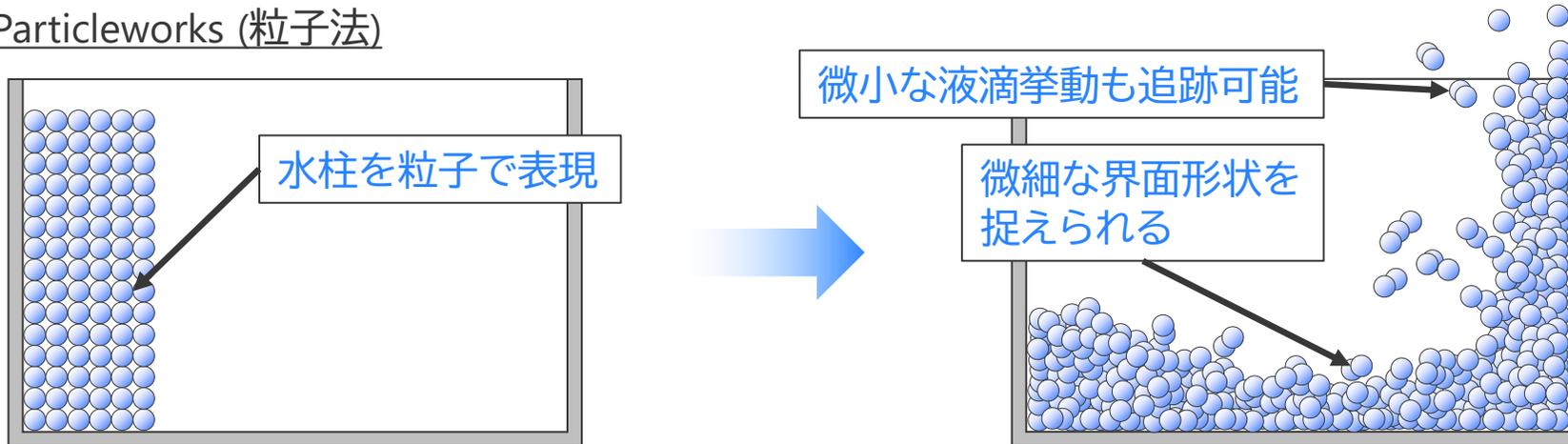
- 剛体の 6 DoF 解析に加え、粉体解析・機構解析ソフトウェアとの連携が可能

4. GPU による高速演算

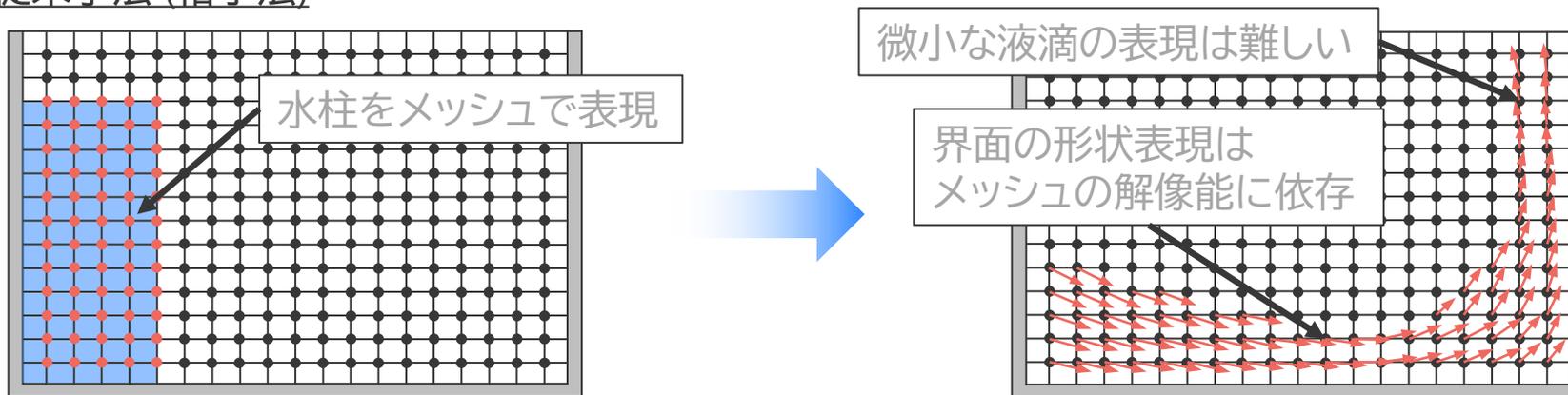
- MPI 並列だけではなく GPU による高速演算に対応

- メッシュ生成のプロセスが一切不要
- 界面の大変形や液滴の離合を伴う複雑な自由表面流れのシミュレーションが容易

Particleworks (粒子法)

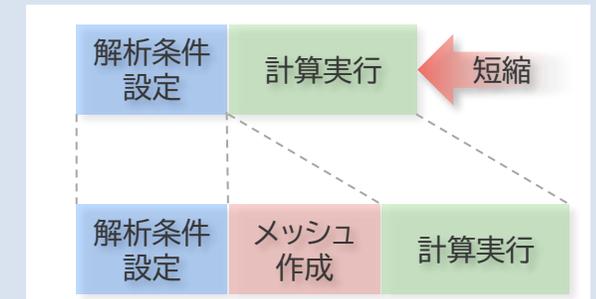


従来手法 (格子法)



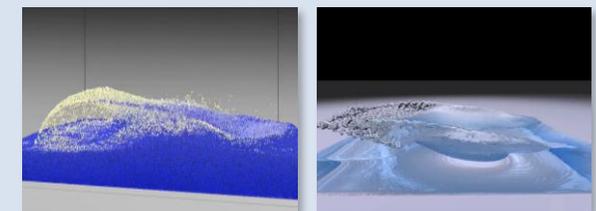
- 作業工数のイメージ

Particleworks (粒子法)



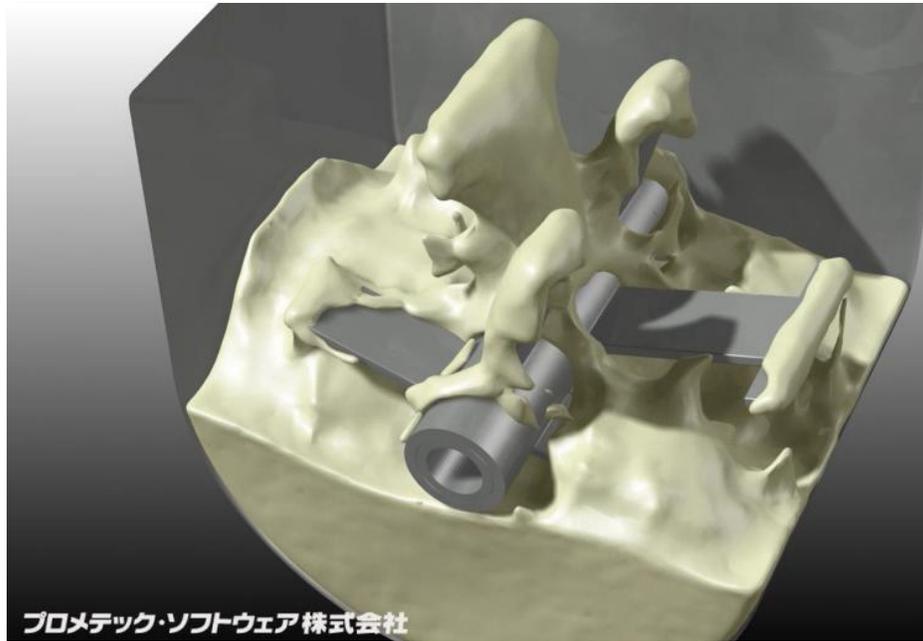
従来手法 (格子法)

- Particleworks によるシミュレーション結果

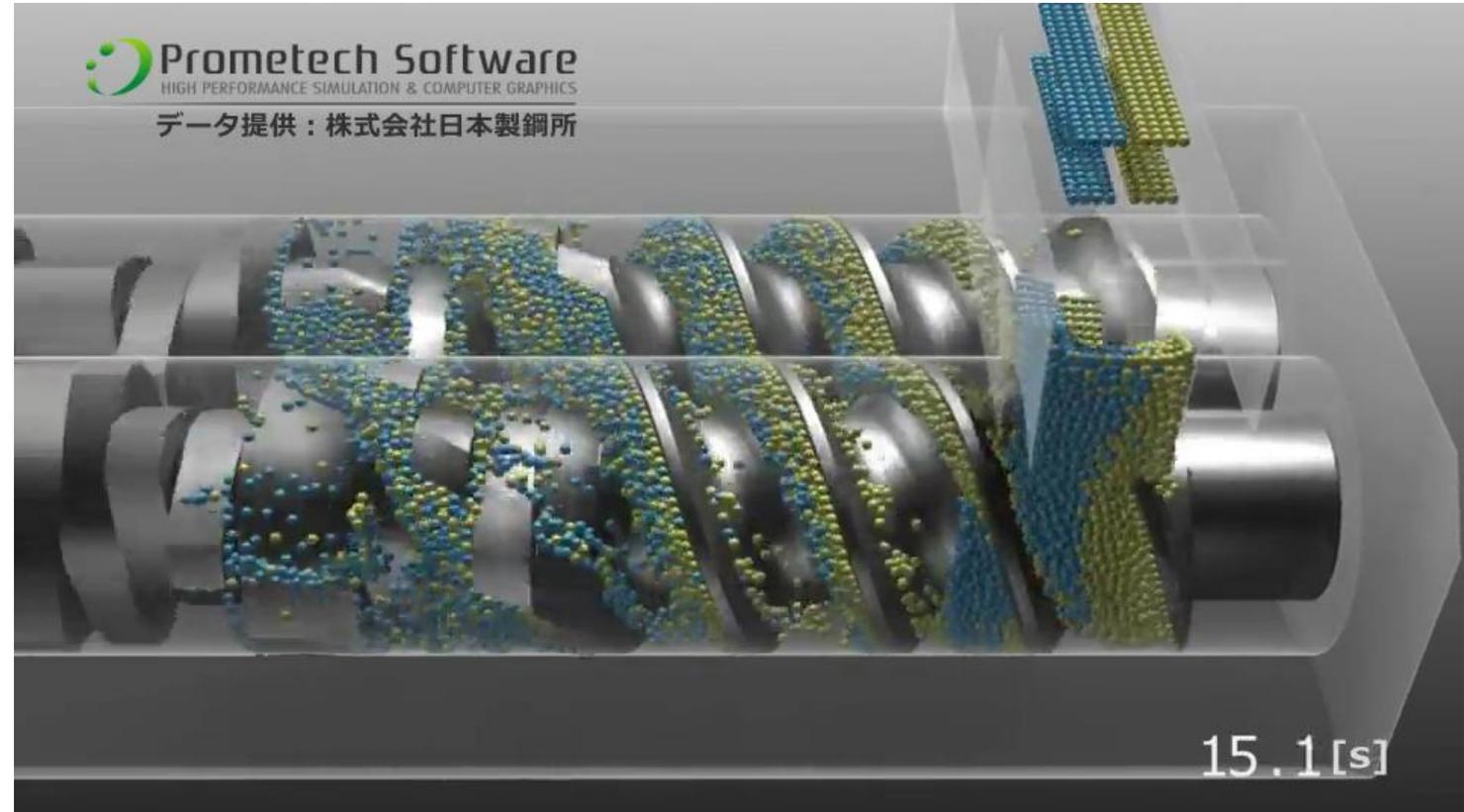


- 高粘度流体の自由表面流れの解析が可能
- せん断発熱の考慮によって混錬時の樹脂温度の計算も可能

高粘性流体の攪拌

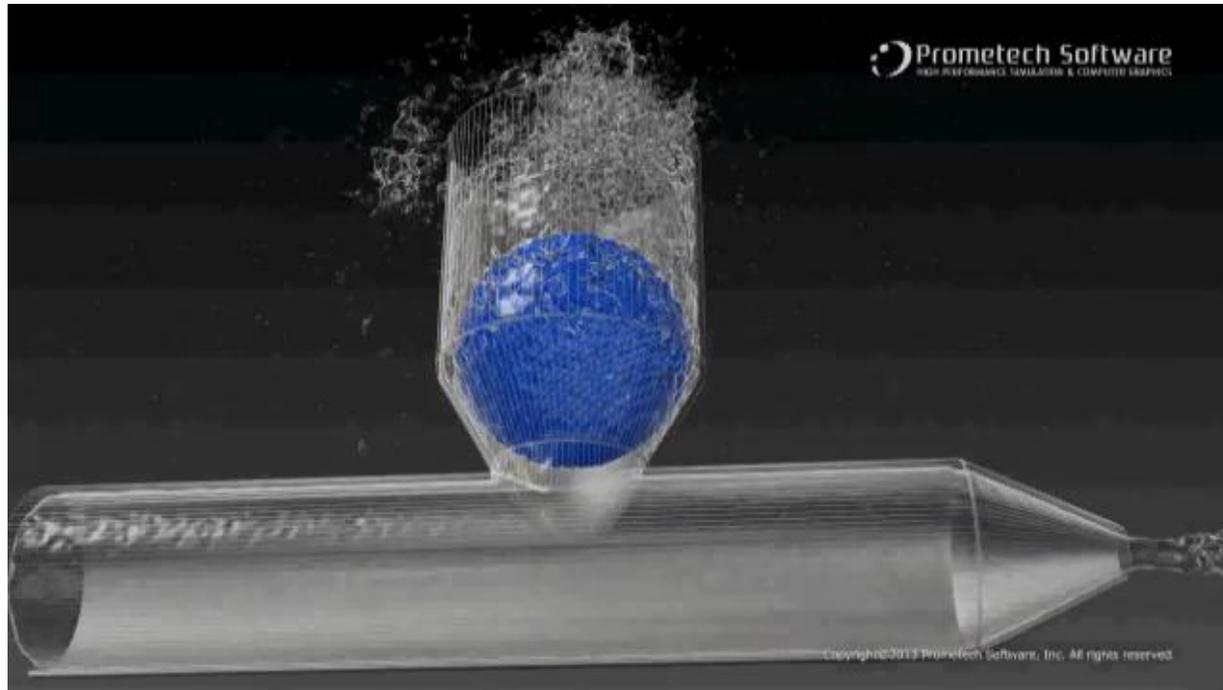


溶融樹脂の混錬



- 気流・剛体の6自由度 (6DoF) 解析が可能
- 剛体は 3D形状をインポート可能 で、流体－剛体間に 特殊な設定も不要

水流に伴う剛体球の運動



切りくずの洗い流し解析

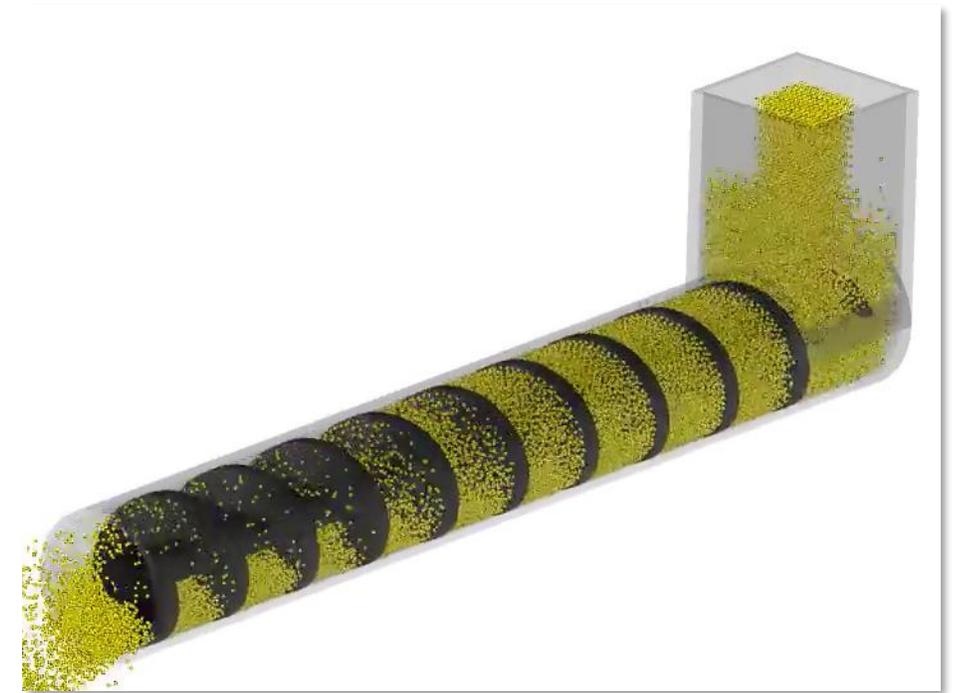


- Granuleworks との連携によって 流体と粉体の連成計算 が可能

粉体と液体の攪拌解析

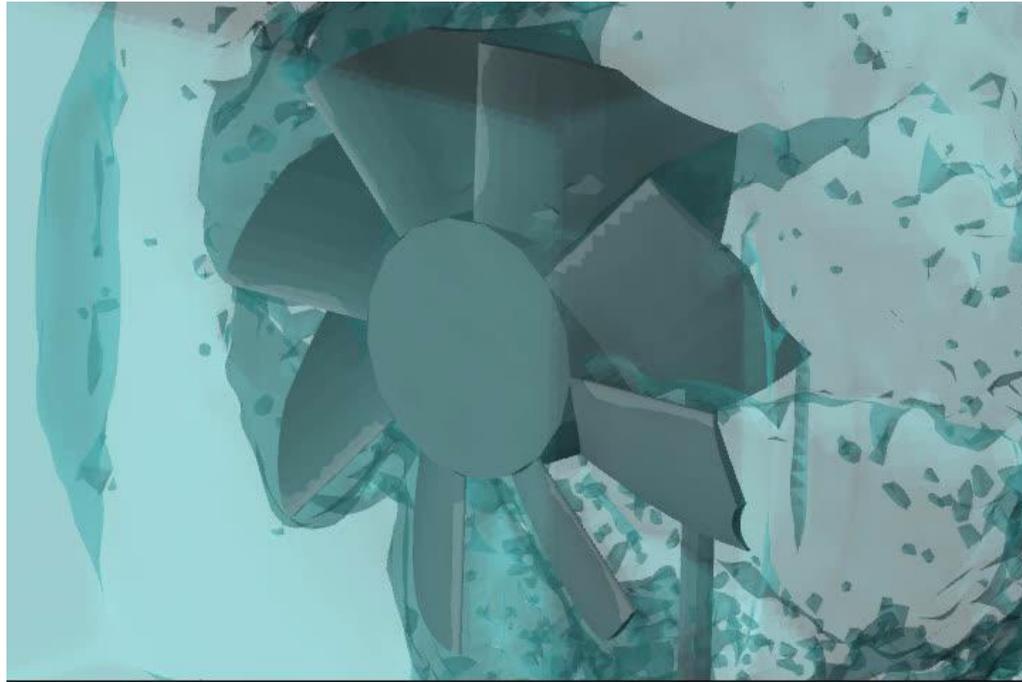


スクリーンコンベアによる穀物搬送



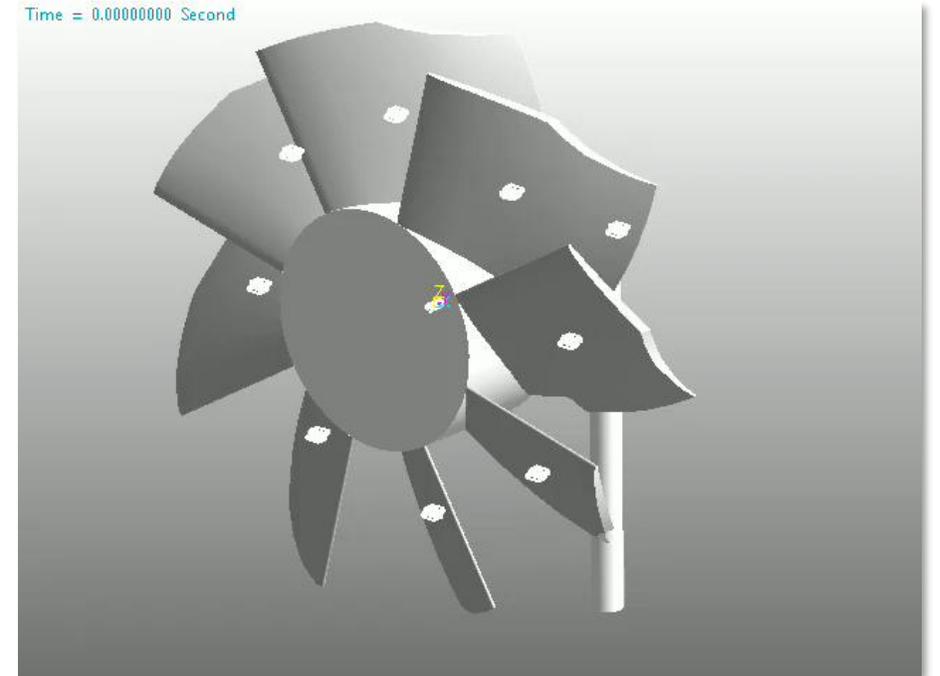
- 機構解析ソフトウェア RecurDyn と双方向連成計算が可能
- 複雑な運動や弾性変形を考慮可能

水流に伴うプロペラの回転解析



水の挙動とプロペラに作用する力を算出

双方向
連成計算

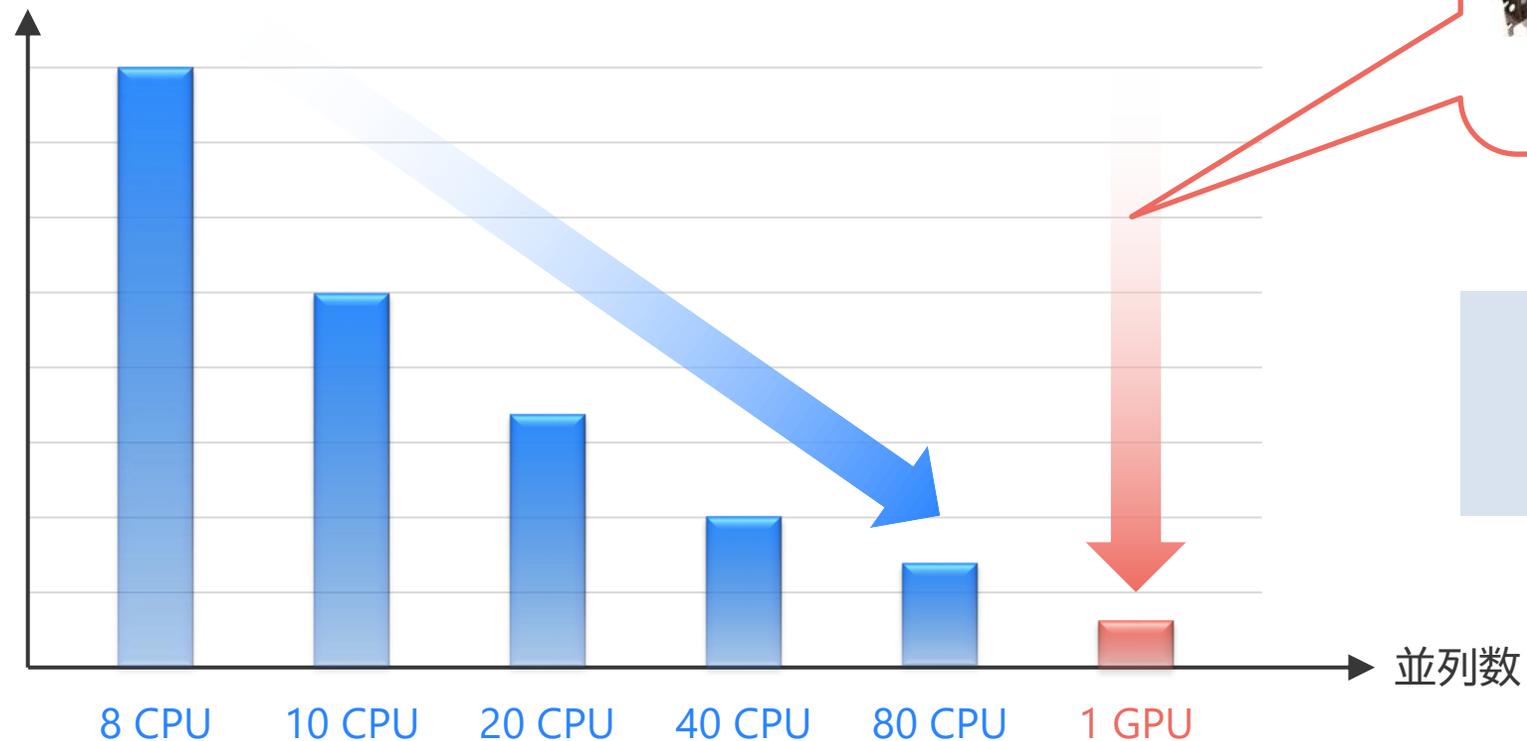


プロペラの回転を計算

- GPU を用いた高速計算 に対応
- MPI 並列による大規模計算が可能

並列数に対する計算時間のイメージ

計算時間



GPU による
高速計算が可能

(高速化の程度は使用する
GPU によって異なります)

1 GPU 計算で 4 CPU 並列計算の
約 3 ~ 25 倍 の高速化が可能

ユーザー様活用事例



SHISEIDO
株式会社 資生堂 様

もっと厳密に狙いの品質の製品をつくろうと考えたら、こうしたテクノロジーを活用していく必要があるのもまた事実です。Particleworksは、「次の新しい価値を生み出すためのツール」だと認識しています。

課題

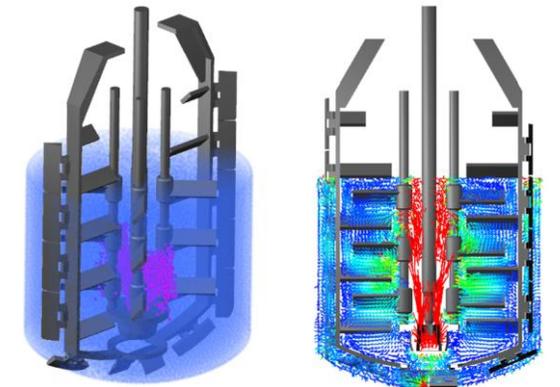
- 新規設備の導入前の最適条件・形状の探索
- 設備の不具合の解決策の立案
- 熟練工の技術の自動化

効果

- 口紅材料の充填における不良率を 1/10 に低減
- 実機検証と比較して、手間やコスト、時間の短縮で収益面の改善に貢献



口紅の充填シミュレーション



乳液の攪拌シミュレーション

詳しくはこちら

https://www.sbd.jp/case_list/case_study/particleworks_shiseido.html



全社的なCAE環境の構築を目指し、**ギヤボックス内のオイル挙動を解析し、開発期間を半分に削減**しました。
「Particleworks」による**結果評価が、社内の共通言語**になりました。

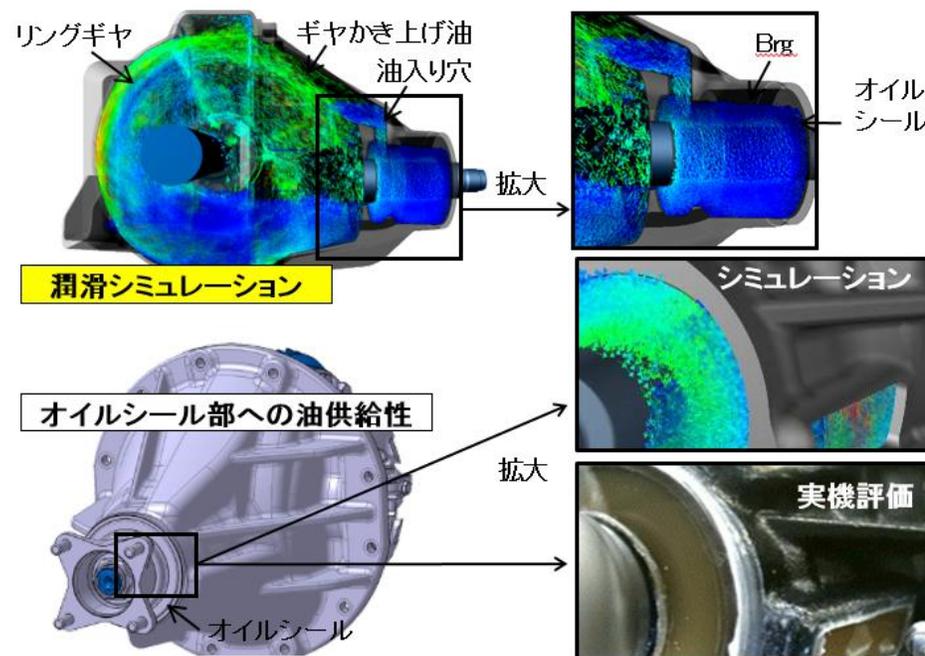
日野自動車 株式会社 様

課題

- 開発に伴う試作評価フェーズの効率化、省力化
- オイル潤滑評価の見える化、社内標準化

効果

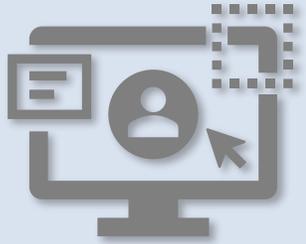
- 試作はParticleworks、最終案のみ実機で評価
- 直感的なGUIで、CADのまま簡単に解析が可能



詳しくはこちら

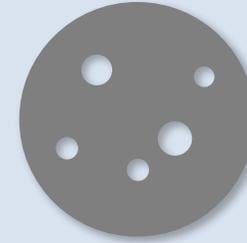
https://www.sbd.jp/case_list/case_study/particleworks_hino-motors.html

ソフトウェア活用までのよくある流れ



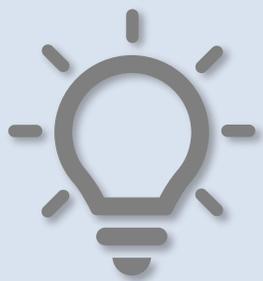
設計者向け CAE の導入実績

- ・ 20年以上, 延べ **1,500** 社以上
設計者向け CAE の販売実績
- ・ 豊富な導入・立ち上げ支援実績
- ・ 各種トレーニング実績



粒子法解析技術

- ・ 豊富なコンサルティング実績
- ・ 粉体解析ソフトウェアの自社開発
- ・ 開発元との強固な連携



課題解決力

- ・ 豊富な解析実績
- ・ お客様との共同開発・カスタマイズ
- ・ 大学との共同研究体制



顧客満足度

- ・ 昨年度実績
 - ・ サポート満足率：**99.6** %
 - ・ Particleworks サポートサイト
 - ・ **500**を超えるサポート記事



1. 技術相談会

- ・ 貴社の課題ヒアリング
- ・ 最適な手法のご提案
- ・ 解析事例のご紹介

どのような現象の課題解決ができるかにお答えします！

2. 製品体験セミナー

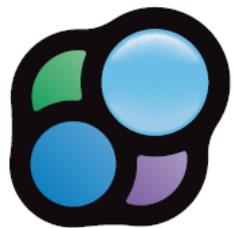
- ・ 無償の操作体験
- ・ 参加しやすいリモート形式
- ・ 定期開催 ※日程調整可能

どのような方法によって課題解決するかをご説明します！

3. ソフトウェア評価貸出

- ・ 貴社モデル or サンプルモデル
- ・ 貴社環境での計算検証
- ・ メールサポート、WEB相談会

どれくらい導入メリットがあるか事前にご確認いただけます！



Particleworks[®]
Particle-based simulation software for CAE

解析事例

分野別課題の例

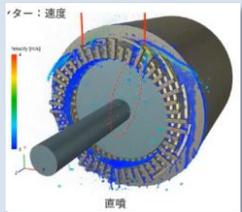
自動車



オイルかき上げ

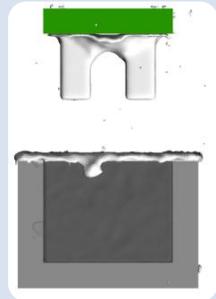


水はね



モーター油冷

電子機器

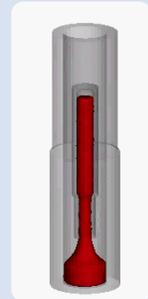


はんだ付け

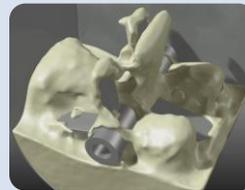


機器内部の浸水

食品 / 医薬

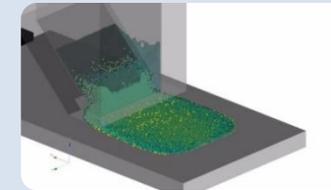


充填



攪拌

化学



コーティング



樹脂流動

建築 / 土木

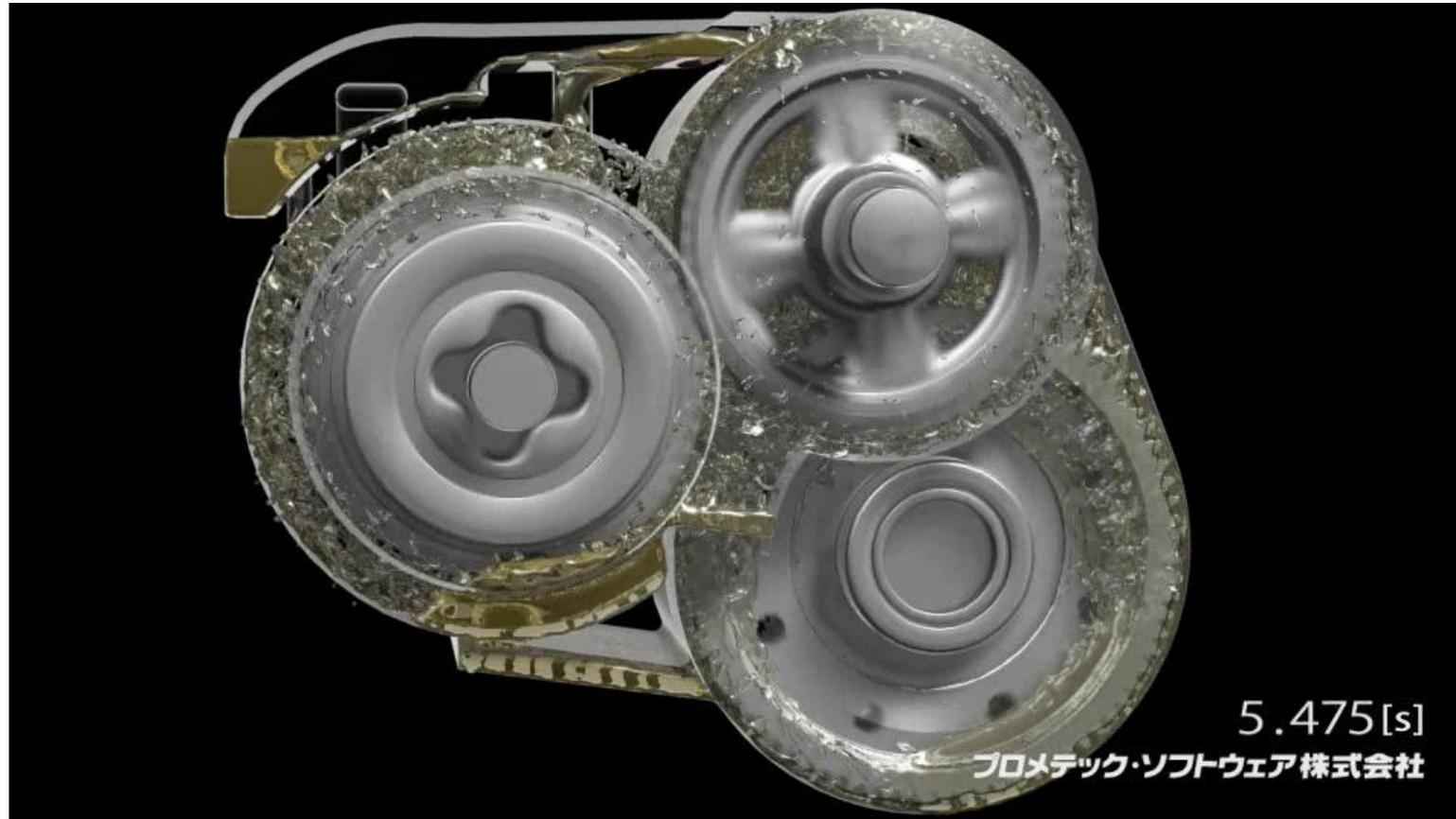


土石流

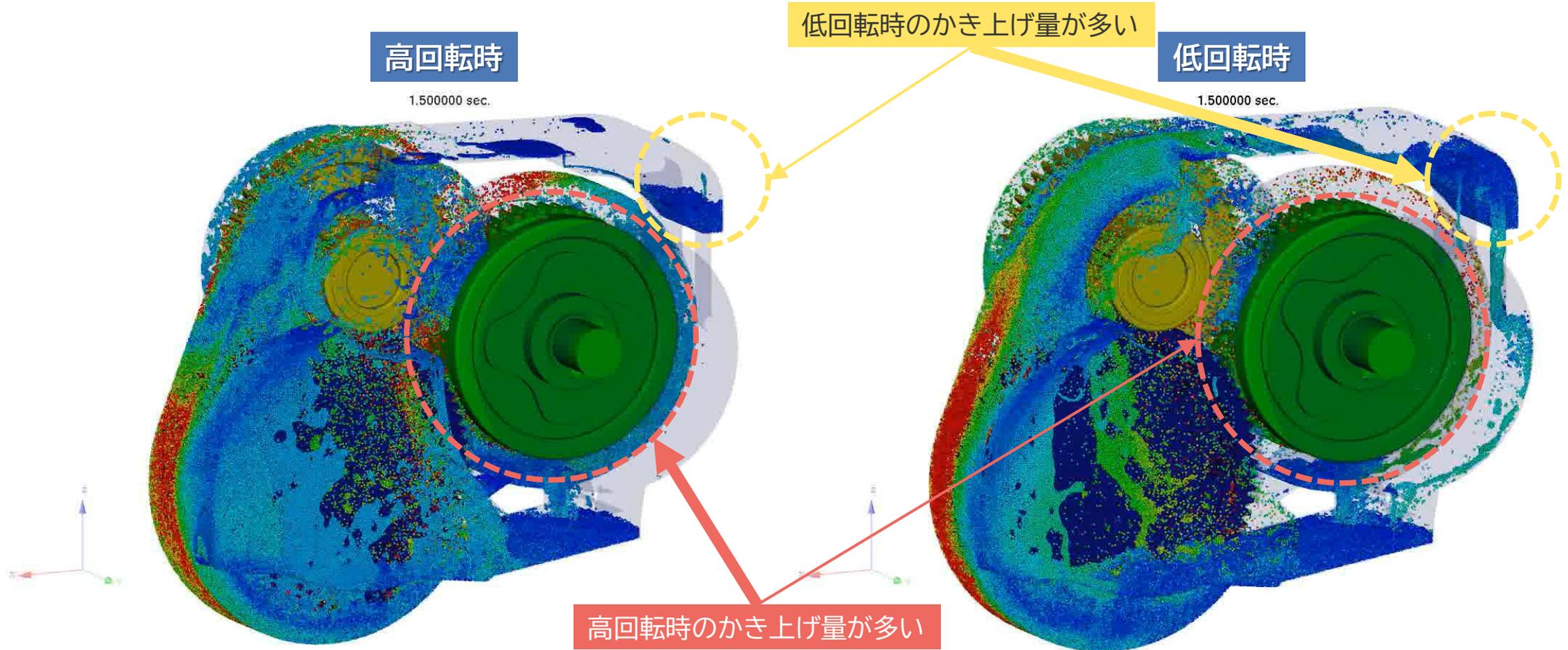


洪水

- オイルかき上げ
 - 回転数を変化させた際のオイルのかき上げ量、意図した流路を流れているか
 - 回転数とトルク値の関係性を明らかにしたい

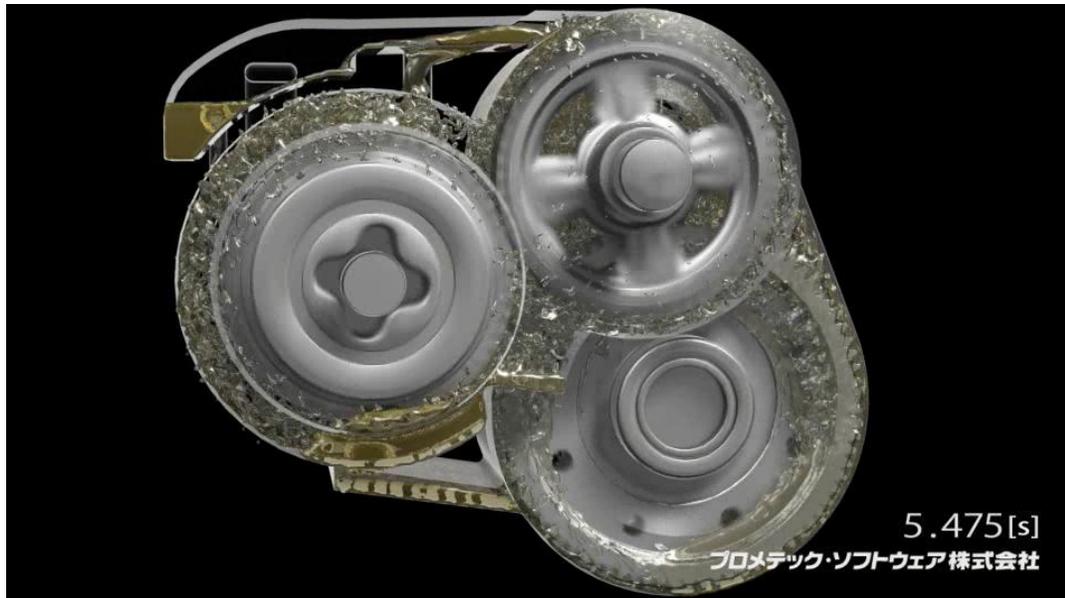


- オイルかき上げ
 - 回転数の違いによる潤滑の変化を評価

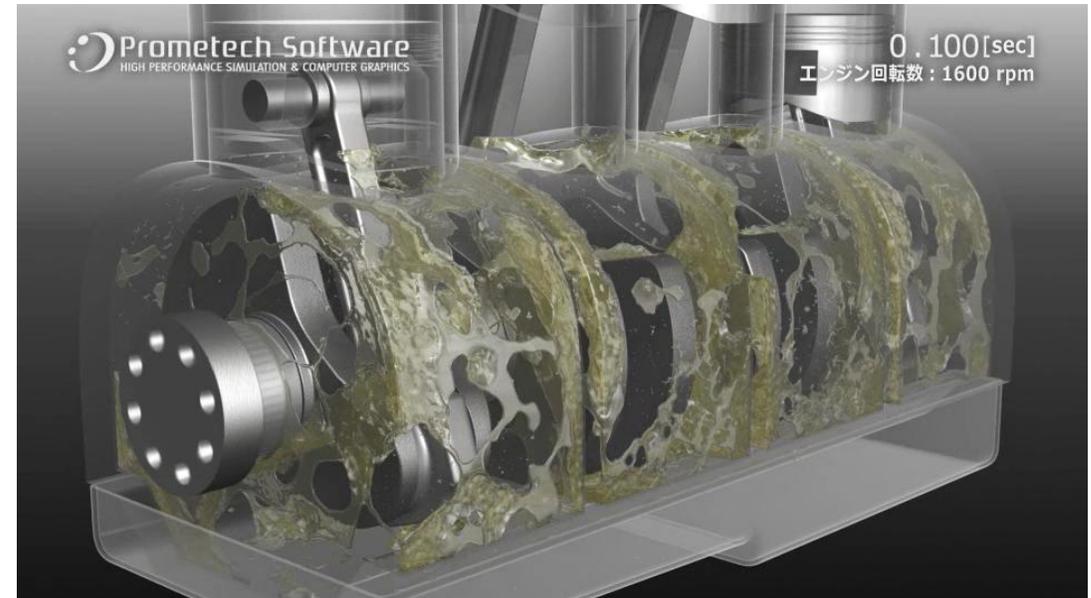


- オイルかき上げ
 - シミュレーションによる検討項目の例
 - 回転数やオイル量の違いによる挙動や循環の評価
 - 温度上昇に伴う粘度変化の影響
 - 邪魔板による流れの制御

ギアのオイルかき上げ



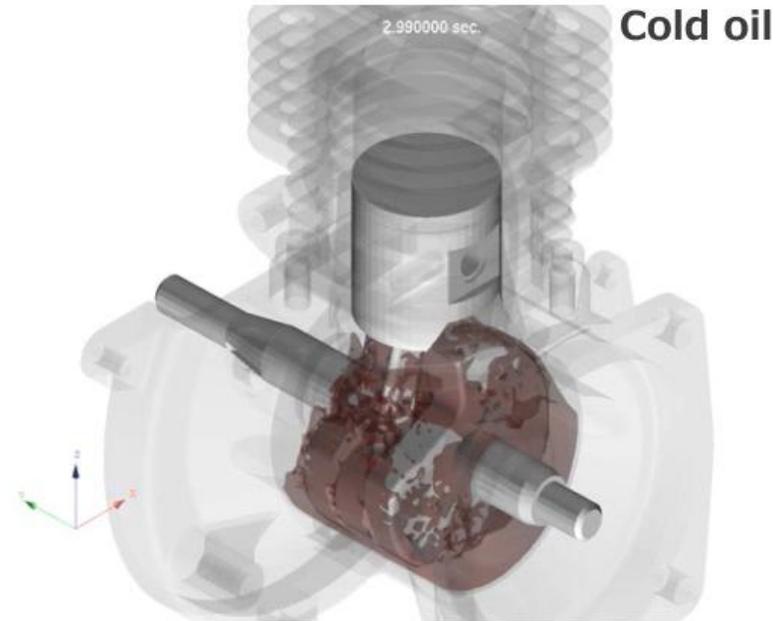
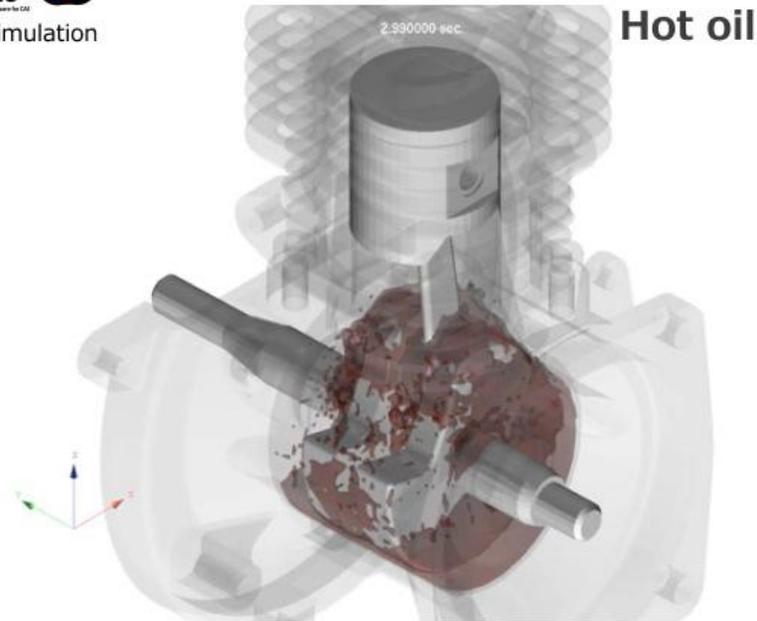
クランクケース内部のオイル流動



- オイルかき上げ (流体 - 機構連成)



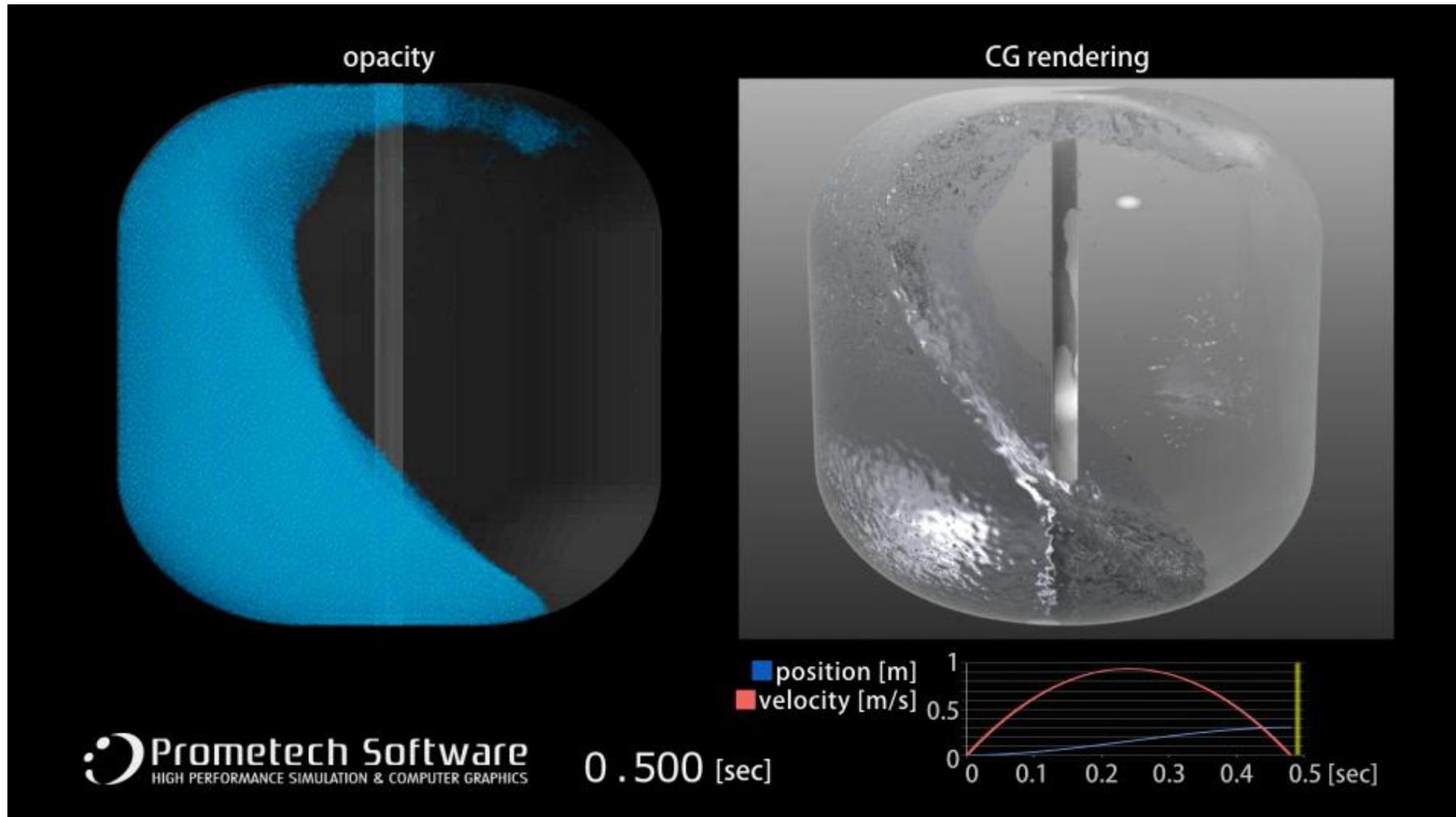
単気筒エンジン解析
モータリングOFF後の潤滑油粘性による減速を計算



3.00 [sec]

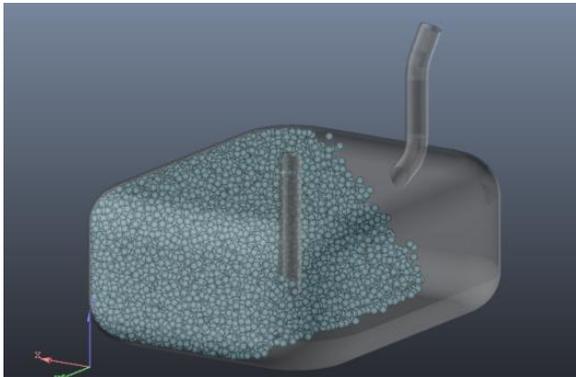
Function Bay
ファンクションベイ株式会社
Copyright © 2013 FunctionBay K.K. All rights reserved.

- スロッシング

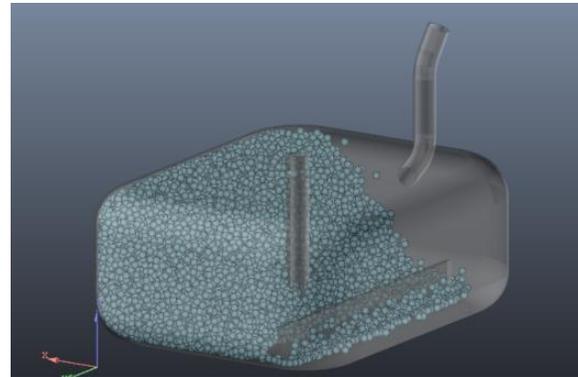


- スロッシング
 - シミュレーションによる検討項目の例
 - 液面の波立ち対策の検証 (邪魔板や容器形状の検証)
 - 給油口やセンサーがオイルに浸っているかどうかの確認
 - 邪魔板に作用する衝撃圧の算出 (構造解析と連携)

邪魔板の有無による比較

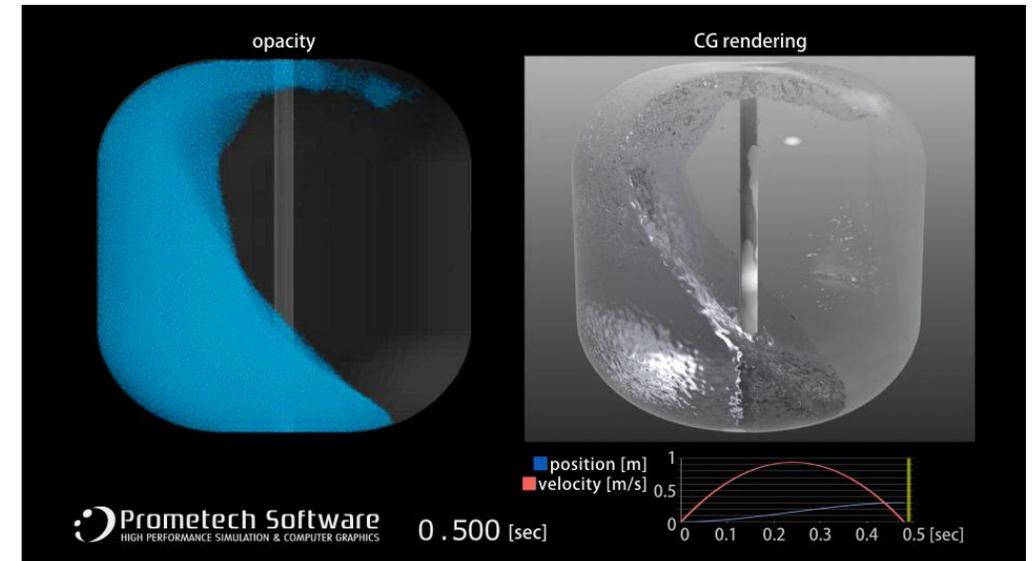


邪魔板なし



邪魔板あり

タンクスロッシング解析



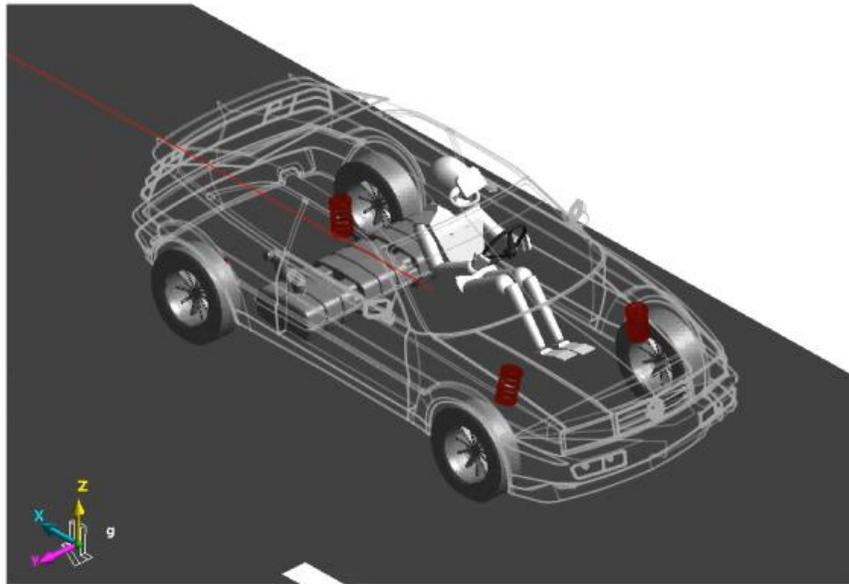
- スロッシング (流体 – 機構連成)



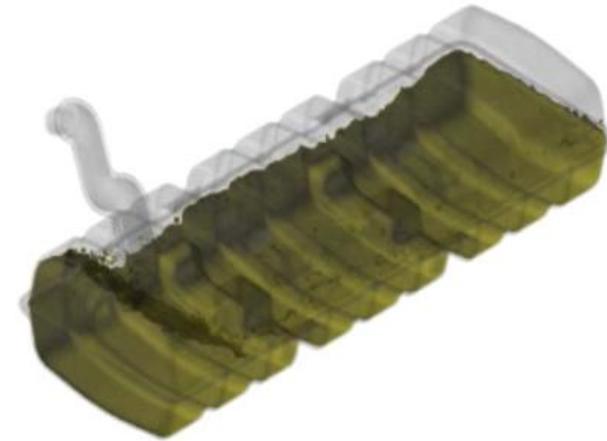
燃料タンク解析

レーンチェンジにおける燃料タンク内の燃料の挙動を計算

(車両形状モデル : courtesy of Alex Worsfold, タンク形状モデル : courtesy of Per on Afterburner in Sweden)



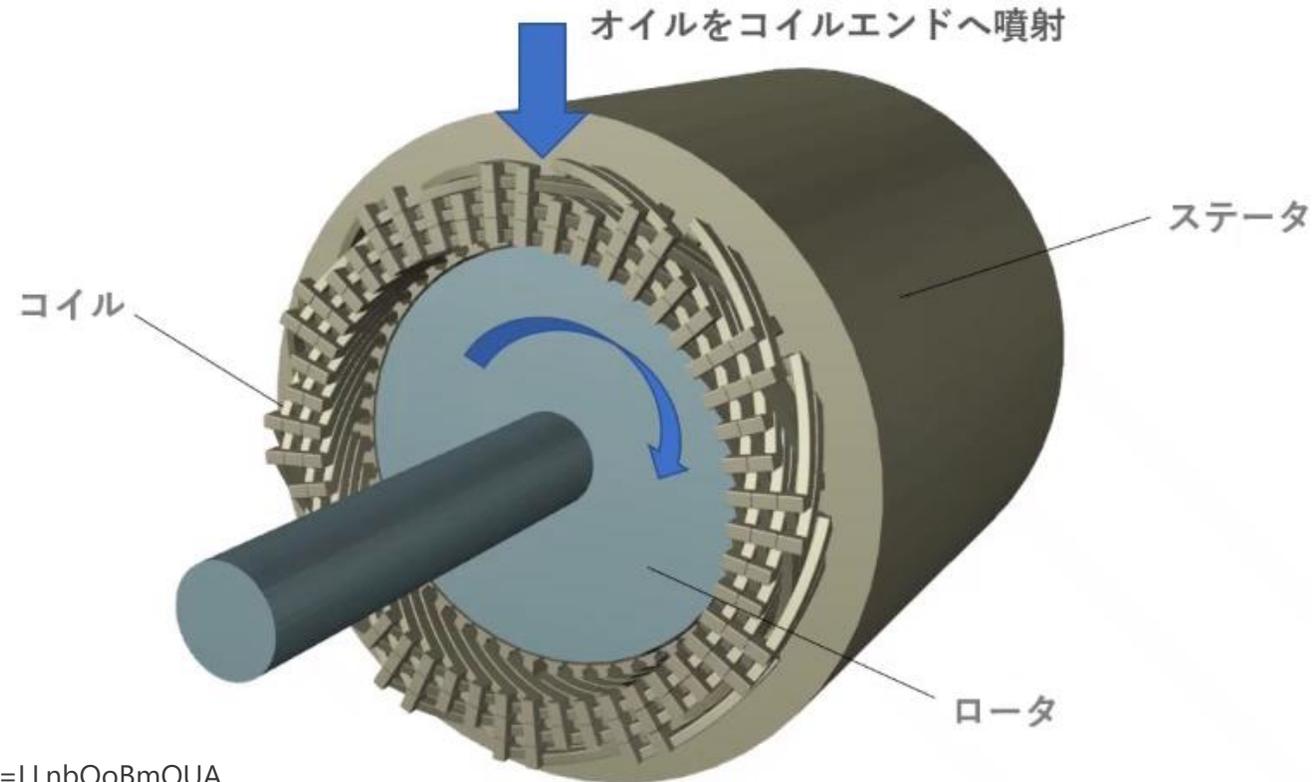
9.00 [sec]



Function Bay
ファンクションベイ株式会社

Copyright © 2013 FunctionBay K.K. All rights reserved.

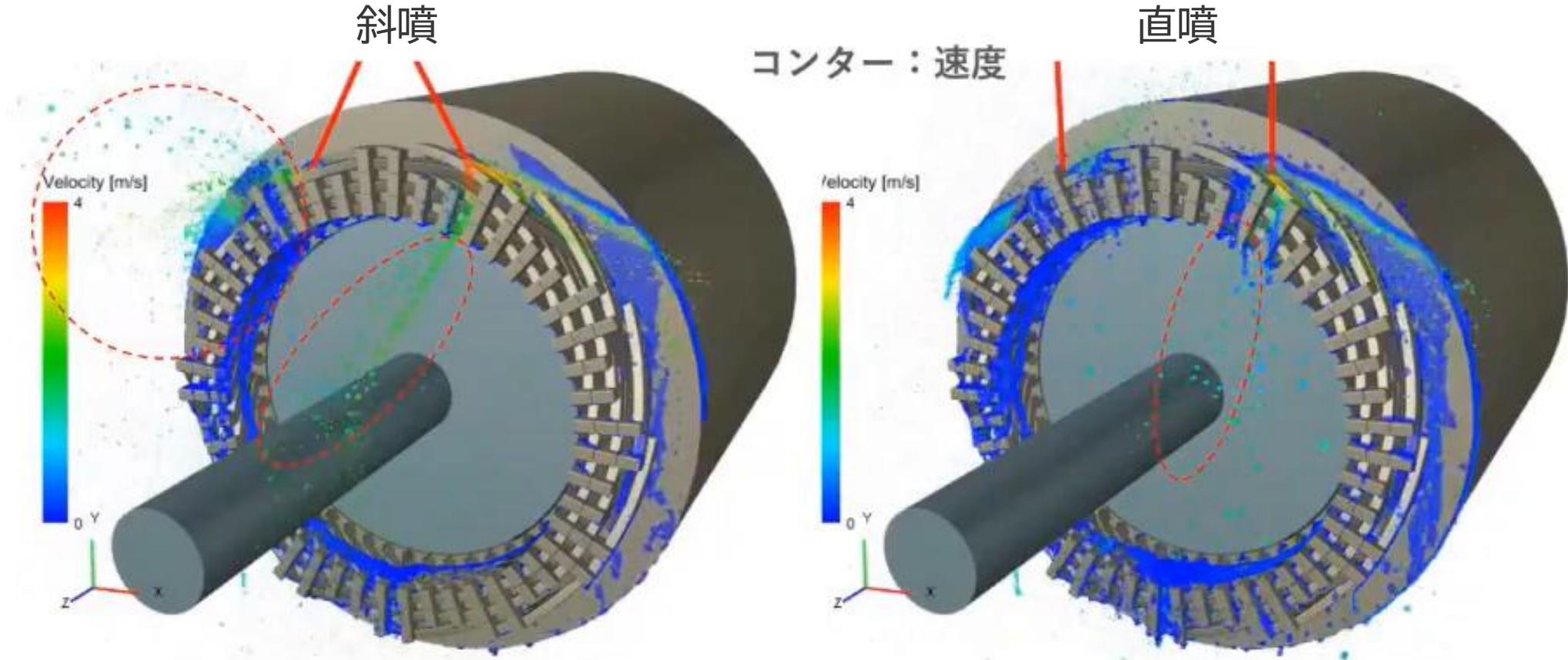
- モータ油冷でのオイルの挙動の検証
 - シミュレーションによる検討項目の例
 - 冷却されたコイルの温度に応じた銅損の確認
 - 分布巻PMモータへのオイルの噴射条件を変更し、熱伝達係数分布の比較



参照: <https://www.youtube.com/watch?v=LLnbQoBmQUA>

<https://www.kke.co.jp>

- モータ油冷でのオイルの挙動の検証



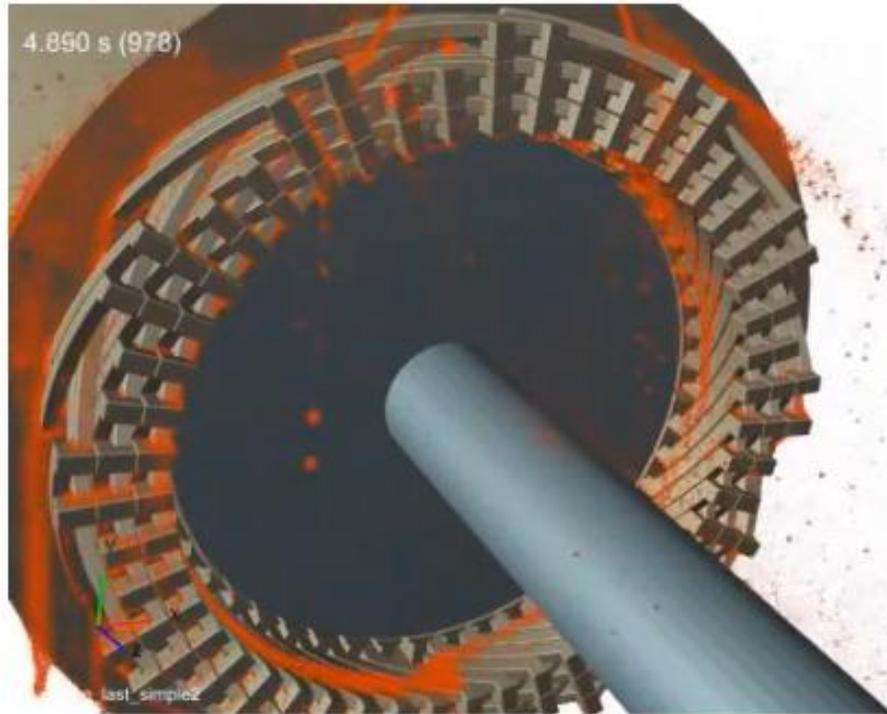
コイルに衝突後の跳ね返りや表面へ伝う挙動が噴射方法により異なることが確認できる。

参照：<https://www.youtube.com/watch?v=LLnbQoBmQUA>

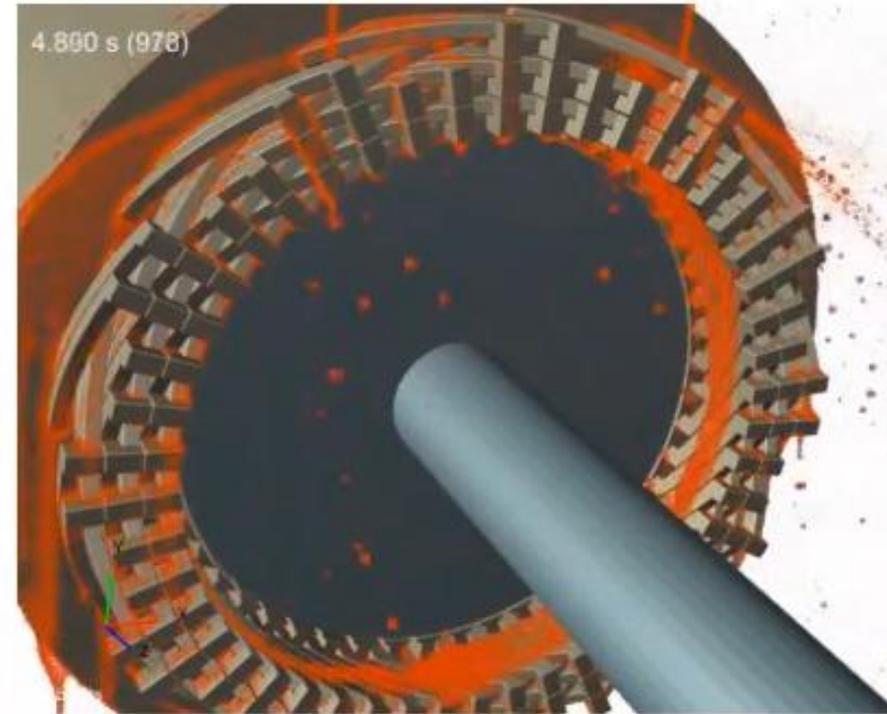
<https://www.kke.co.jp>

- モータ油冷でのオイルの挙動の検証

斜噴



直噴



- コイルの狭小なクリアランスを通過し、コイル内周側へもオイルが伝うことが確認できる。
- 直噴の方がコイル内周側に存在するオイルが多いことがわかる。

参照：<https://www.youtube.com/watch?v=LLnbQoBmQUA>

<https://www.kke.co.jp>

- 浸水



- 浸水

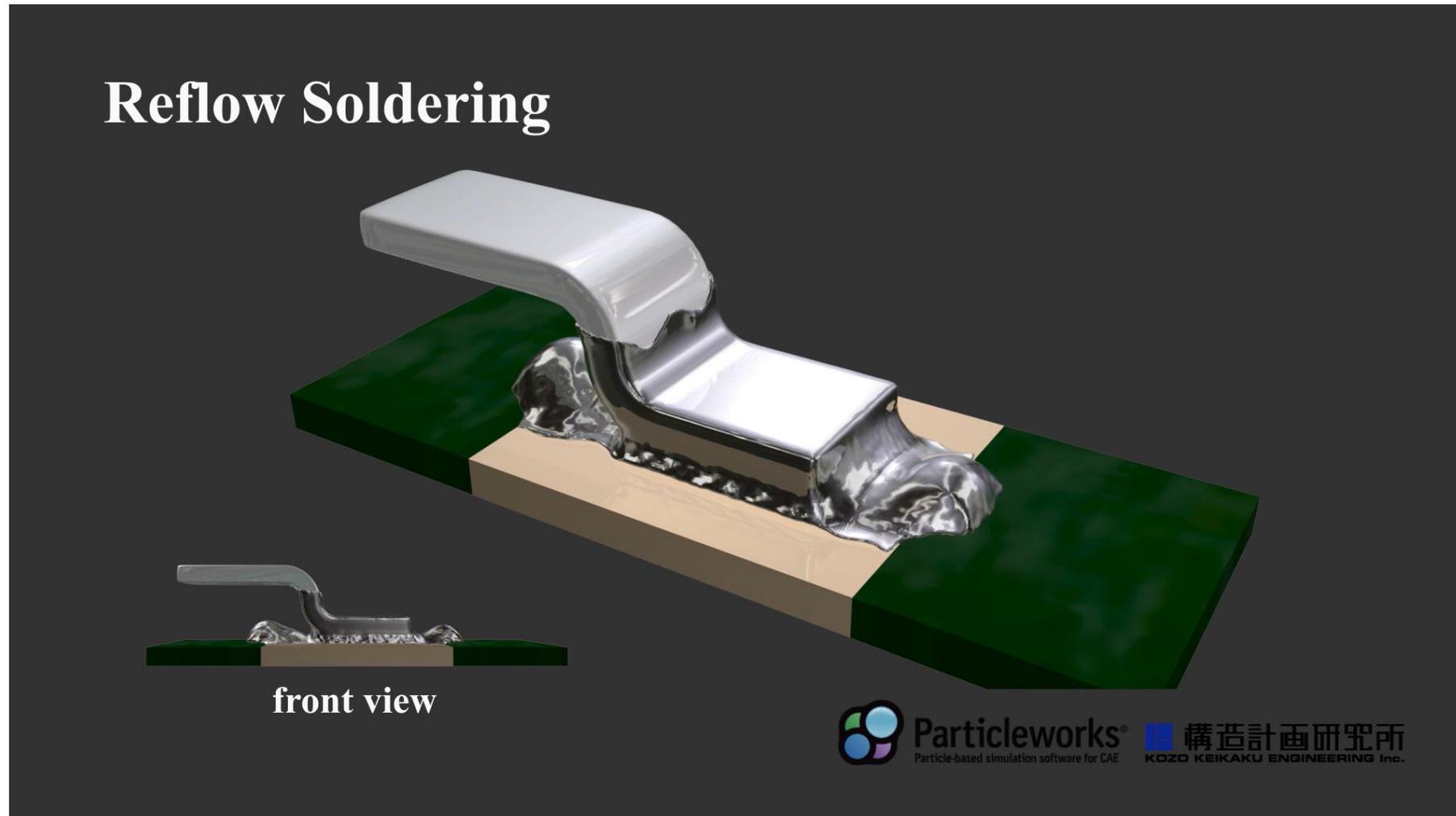
- シミュレーションによる検討項目の例

- 基板や部品への液体の接触
 - 浸水しやすい経路の確認
 - 表面仕上げ (濡れ性) による違い

電子機器への浸水評価

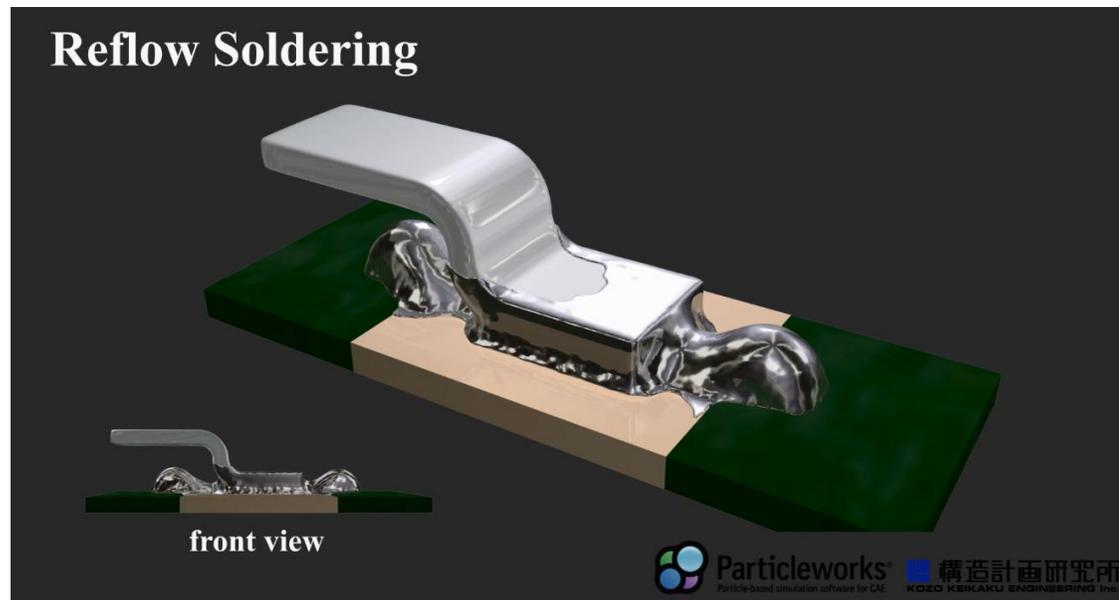


- 溶融はんだ流れ

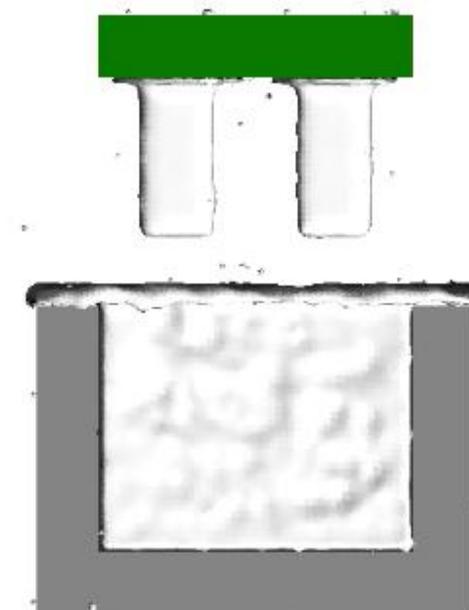


- 溶融はんだ流れ
 - シミュレーションによる検討項目の例
 - リードのはんだ被膜率評価
 - はんだの種類, 量, 接触角などの影響
 - ブリッジ, 赤目, 未はんだ発生の有無

リフローはんだ付けにおける被膜率



フローはんだ付けの付着量評価



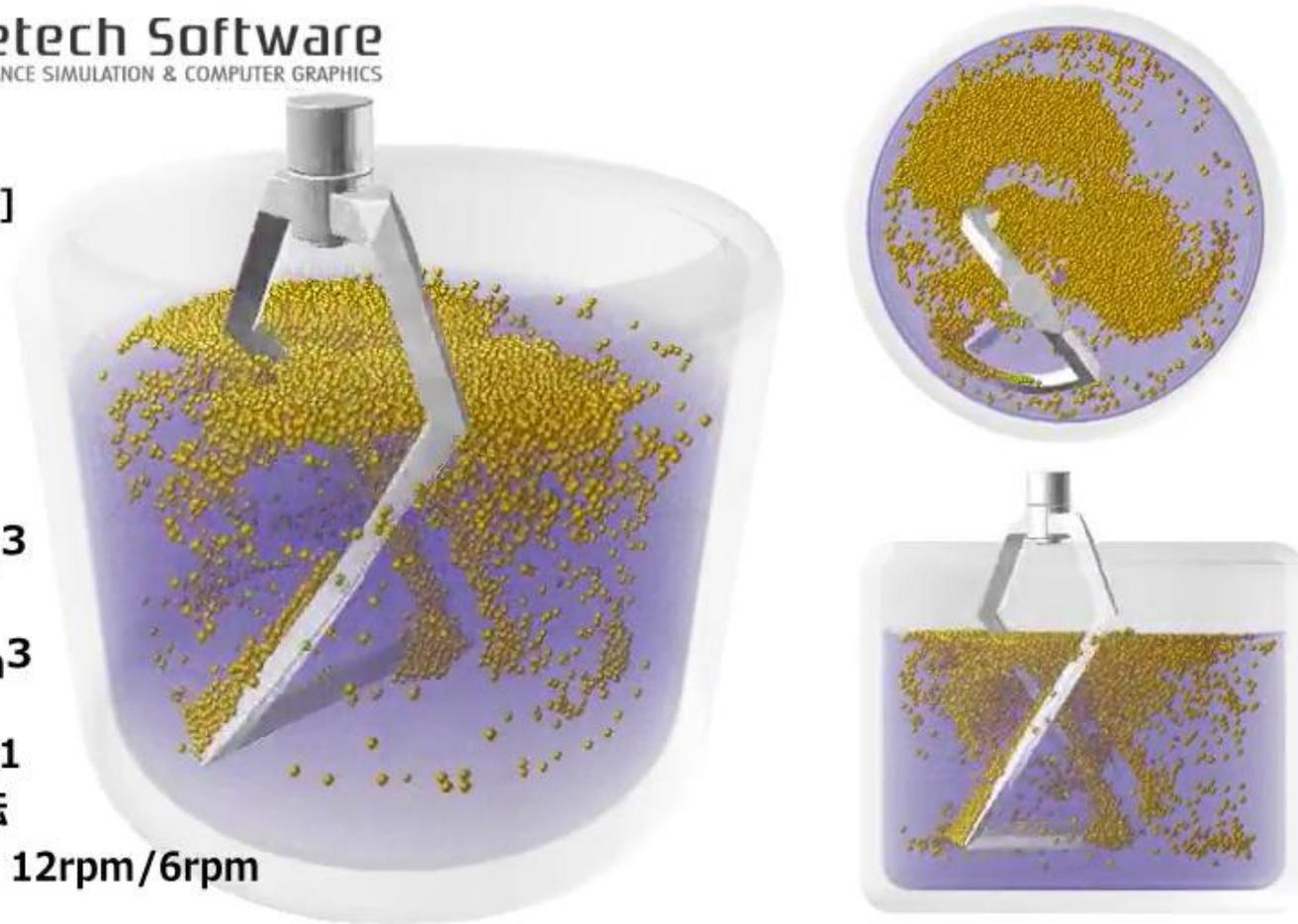
• 攪拌

Prometech Software
HIGH PERFORMANCE SIMULATION & COMPUTER GRAPHICS

16.8 [sec]

流体密度：
1000kg/m³
粉体密度：
1000kg/m³

粗子化率：29.1
ブレードの回転
自転/公転：12rpm/6rpm

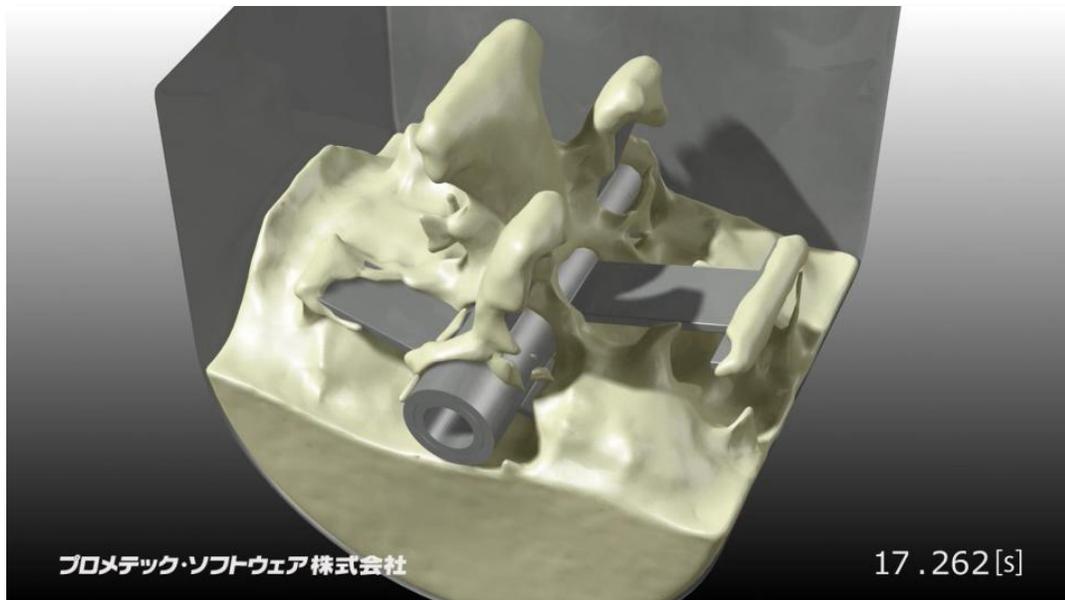


※ 解析には Granuleworks が必要です。

• 攪拌

- シミュレーションによる検討項目の例
 - 混合性能に対する攪拌翼の形状などの影響評価
 - 最適な運転条件 (回転数や分量) の探索
 - 複数のサイズの解析に基づいたスケールアップ式の導出

高粘性流体の攪拌



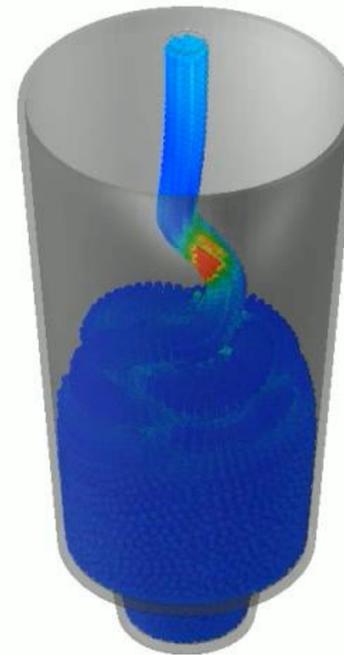
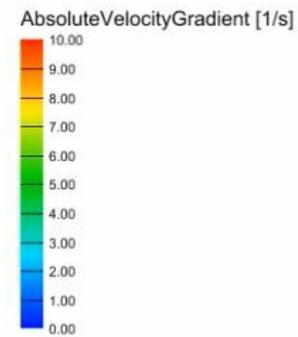
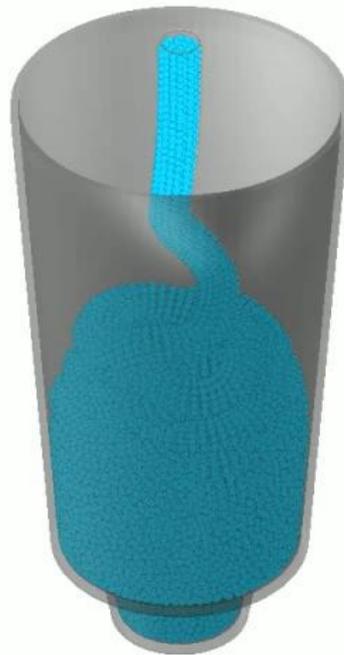
攪拌翼の違いの評価



- 充填

MPFI

7.970 s (797)

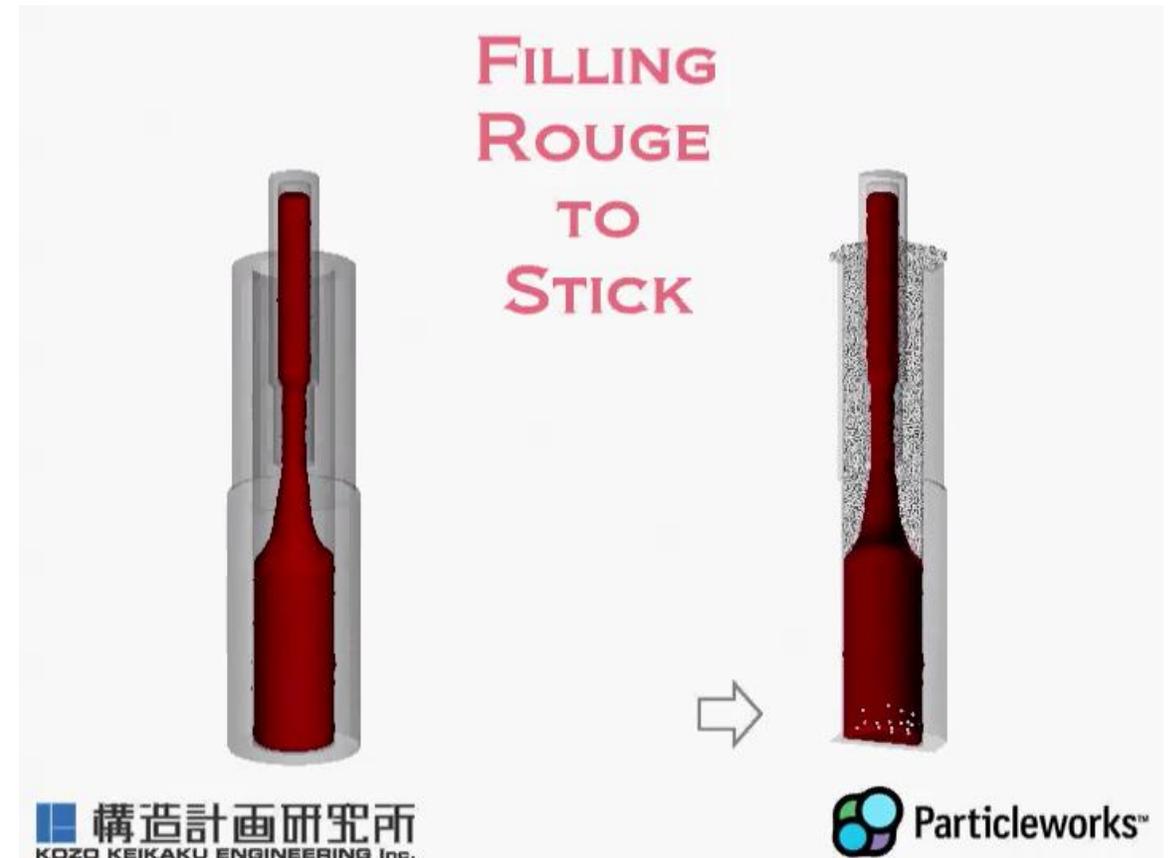


- 充填

- シミュレーションによる検討項目の例

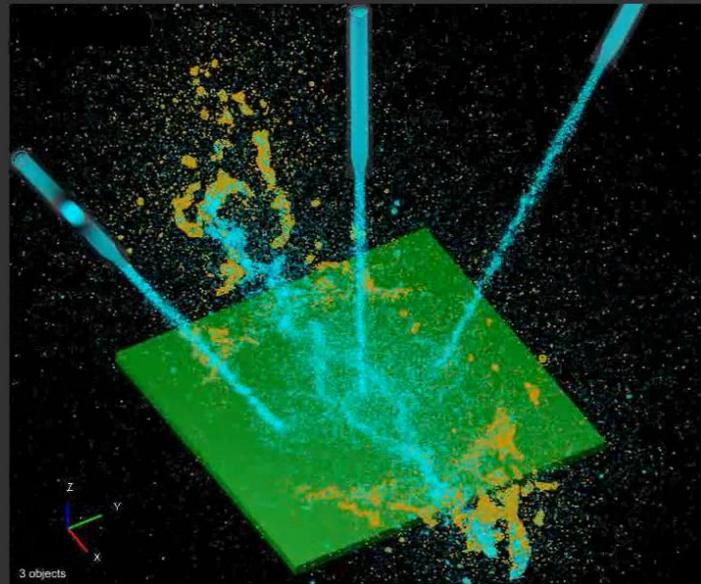
- 気泡の巻き込みの有無の検証
- 流量の違いによる充填状況の確認

液体の充填

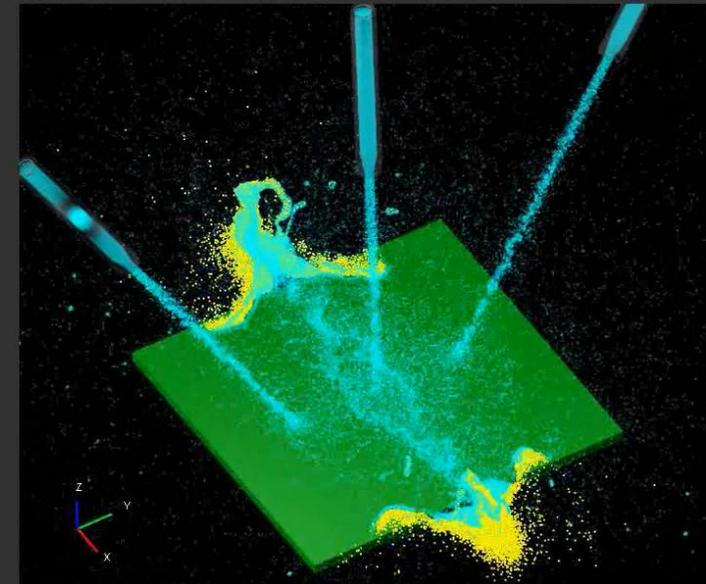


- 洗淨

Water jet cleaning



Oil spot



Powder dust

0.142 [Sec]

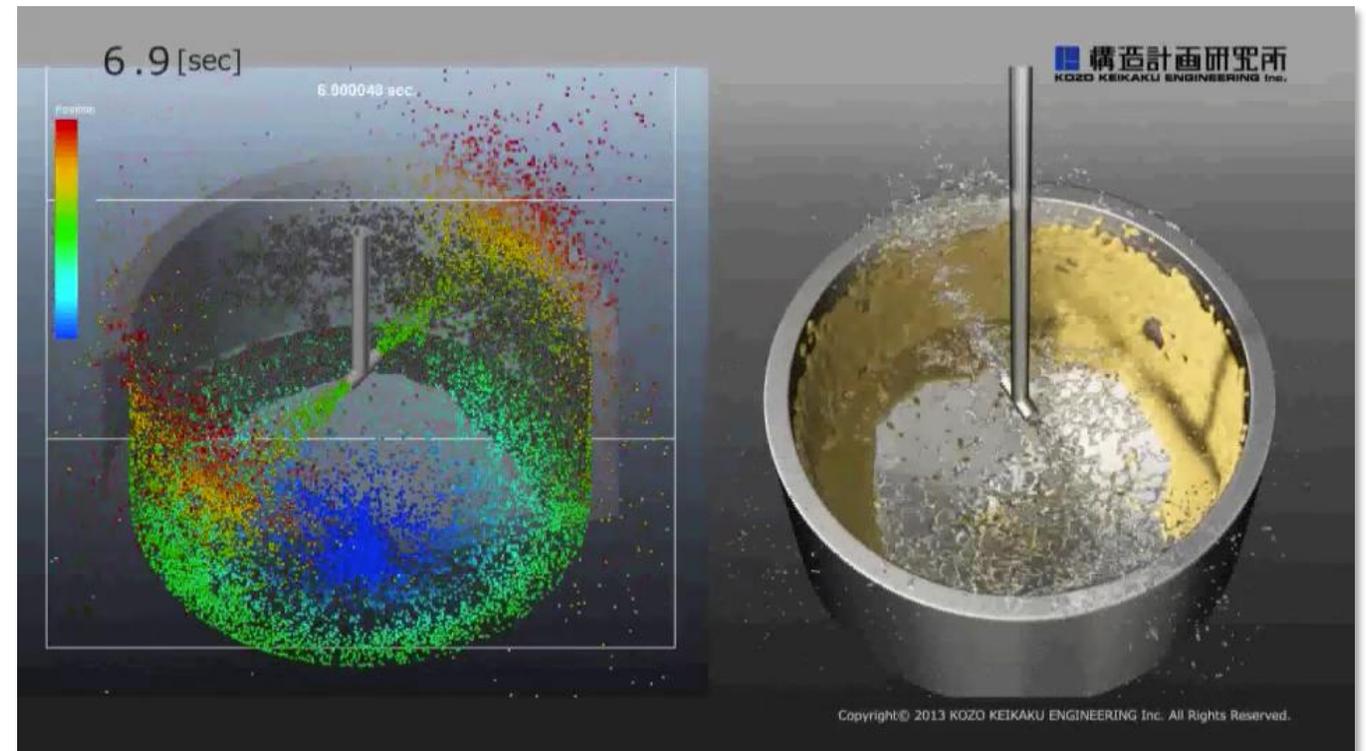


• 洗浄

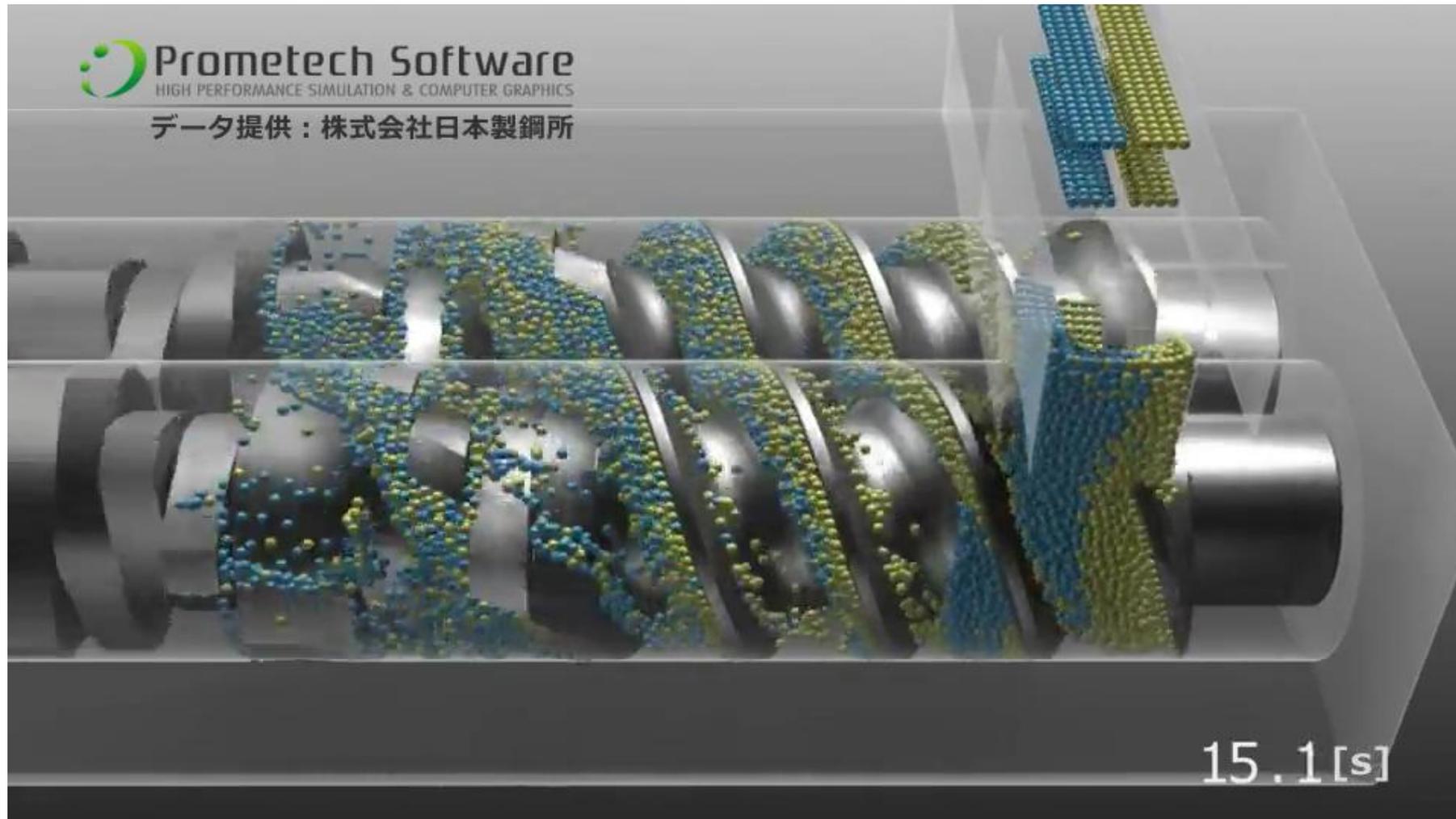
– シミュレーションによる検討項目の例

- 意図した箇所に洗浄液が到達しているかどうかの評価
- ノズル形状や汚れの種類による差異
- 汚れ残りの評価

高圧ノズルによる洗浄



- 押出成形

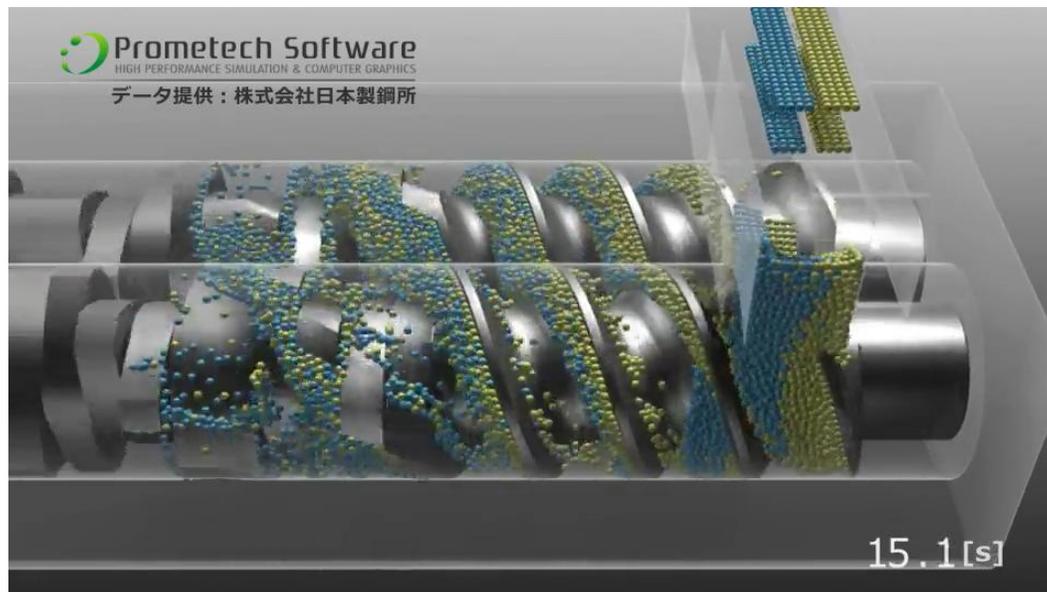


• 押出成形

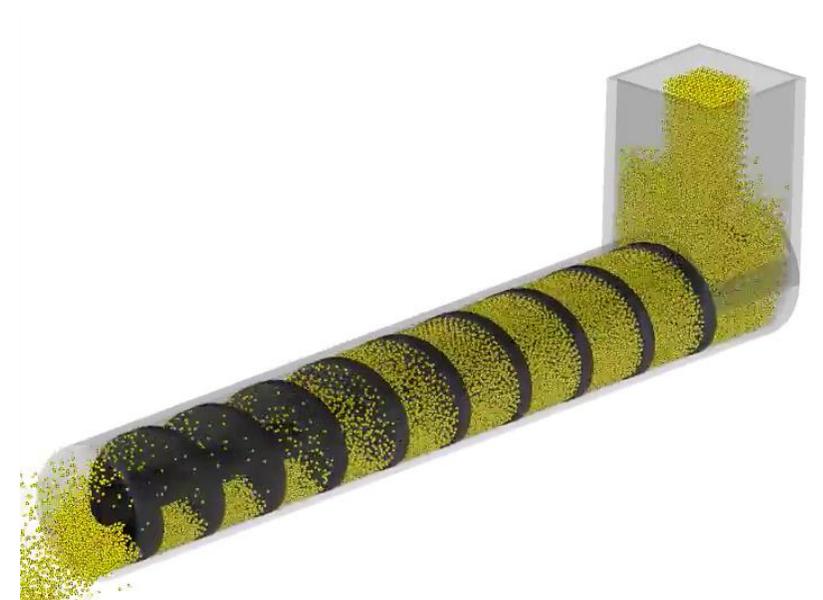
– シミュレーションによる検討項目の例

- スクリューの形状や回転数の違いが及ぼす影響
- ケース内部の空隙率やせん断発熱による粘性変化の挙動
- 粉体のサイズを変えたときの粉粒流れの変化

樹脂の搬送・混練



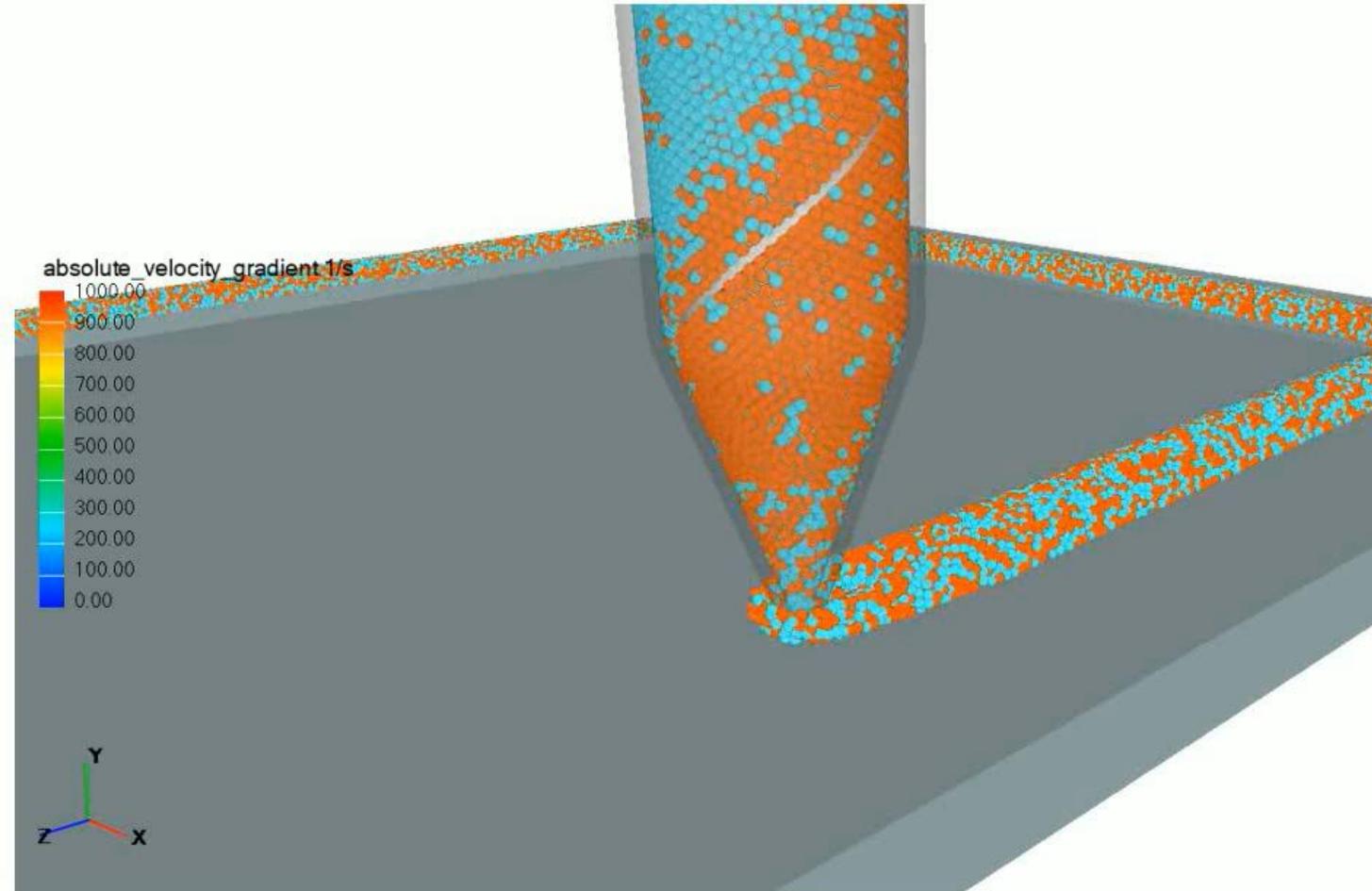
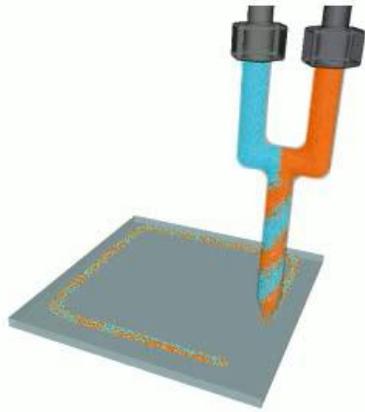
穀物のスクリー搬送※



※ 解析には Granuleworks が必要です。

- 塗布

0.927 s (927)

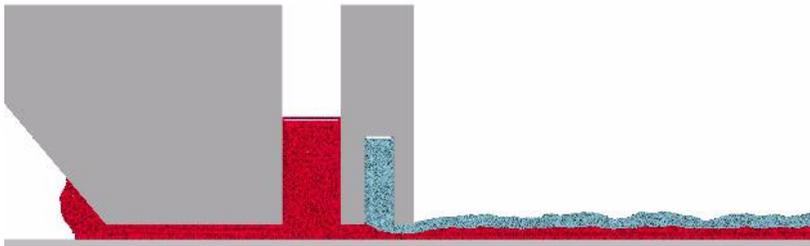


- 塗布

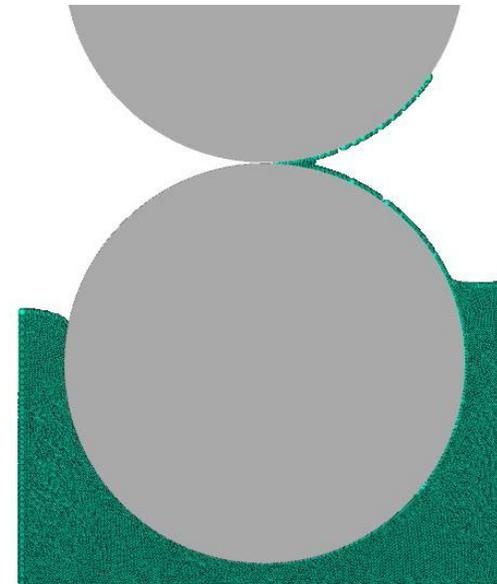
- シミュレーションによる検討項目の例
 - 塗布状況の評価
 - 流量やノズル形状の違いが及ぼす影響
 - 最適なスロットやロールスピードの調査

多層コーティング

0.059800 sec.



2ロールコーティング

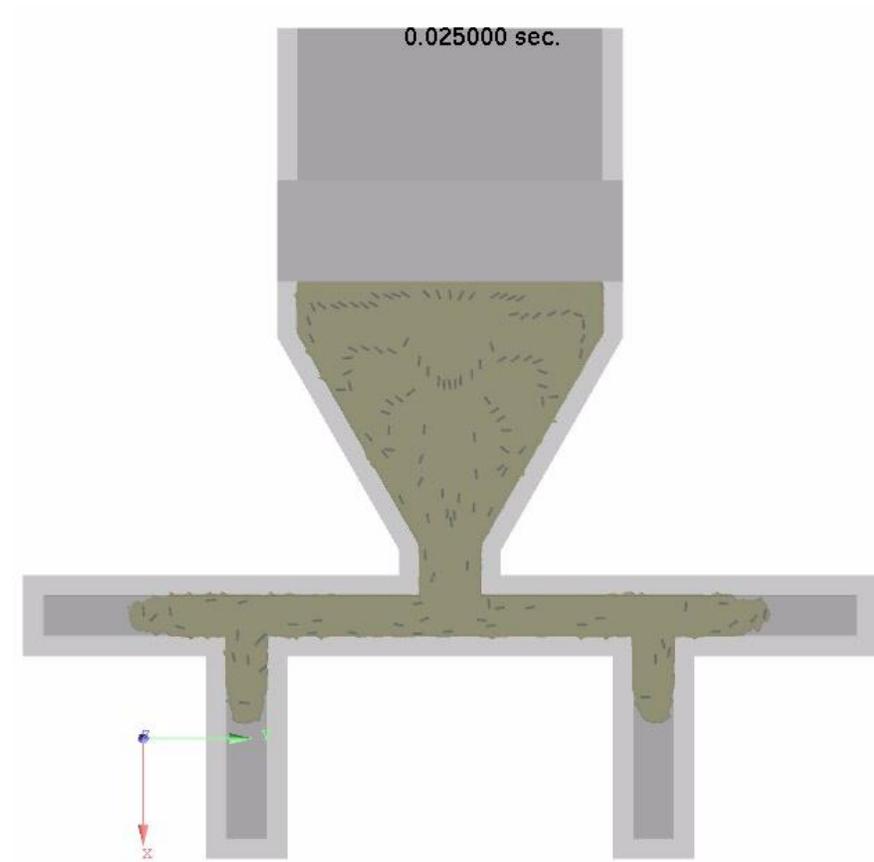


- その他の事例

空圧ノズル噴射解析



繊維配向解析

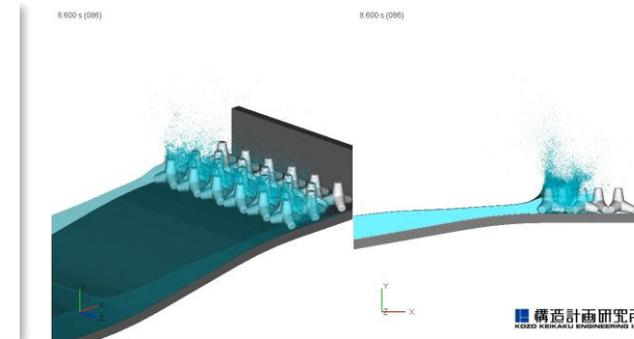


- 解析対象
 - 液体
 - 気体
 - 剛体
 - 粉体
 - 固体 (伝熱計算のみ)
- 主要機能
 - Particleworks
 - ニュートン流体、非ニュートン流体
 - 表面張力
 - 伝熱 (共役熱伝導 含む)
 - 可変解像度
 - 剛体
 - エアレーション
 - Moving Particle Full-Implicit (MPFI)
 - FVM - MPS 連成
 - LBM - MPS 連成
 - Granuleworks
 - 粗視化モデル (SDEM)
 - 接触力 (線形ばねモデル、非線形ばねモデル)
 - 付着力 (液架橋力、ファン・デル・ワールス力)
 - 回転抵抗
 - 伝熱
 - MPS - DEM 連成

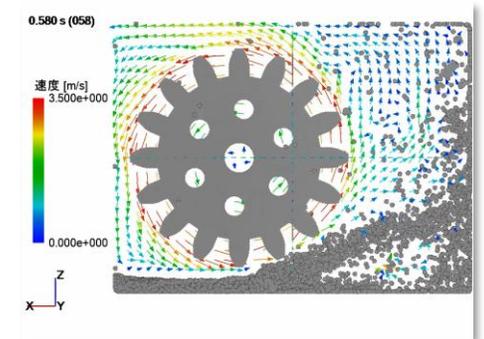
- 解析手法
 - Moving Particle Simulation (MPS)
 - 乱流モデル: Large Eddy Simulation (LES)
 - 有限体積法 Finite Volume Method (FVM)
 - 乱流モデル: k-εモデル
 - 格子ボルツマン法 Lattice Boltzmann Method (LBM)
 - 個別要素法 Discrete Element Method (DEM)
- その他機能
 - CPU並列計算
 - GPU計算 (マルチGPU対応)



排水管流れ解析

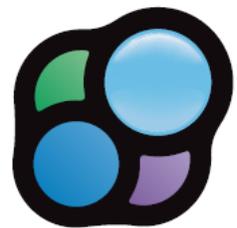


津波の流れ解析



気流場を考慮した
ギアカきあげ解析

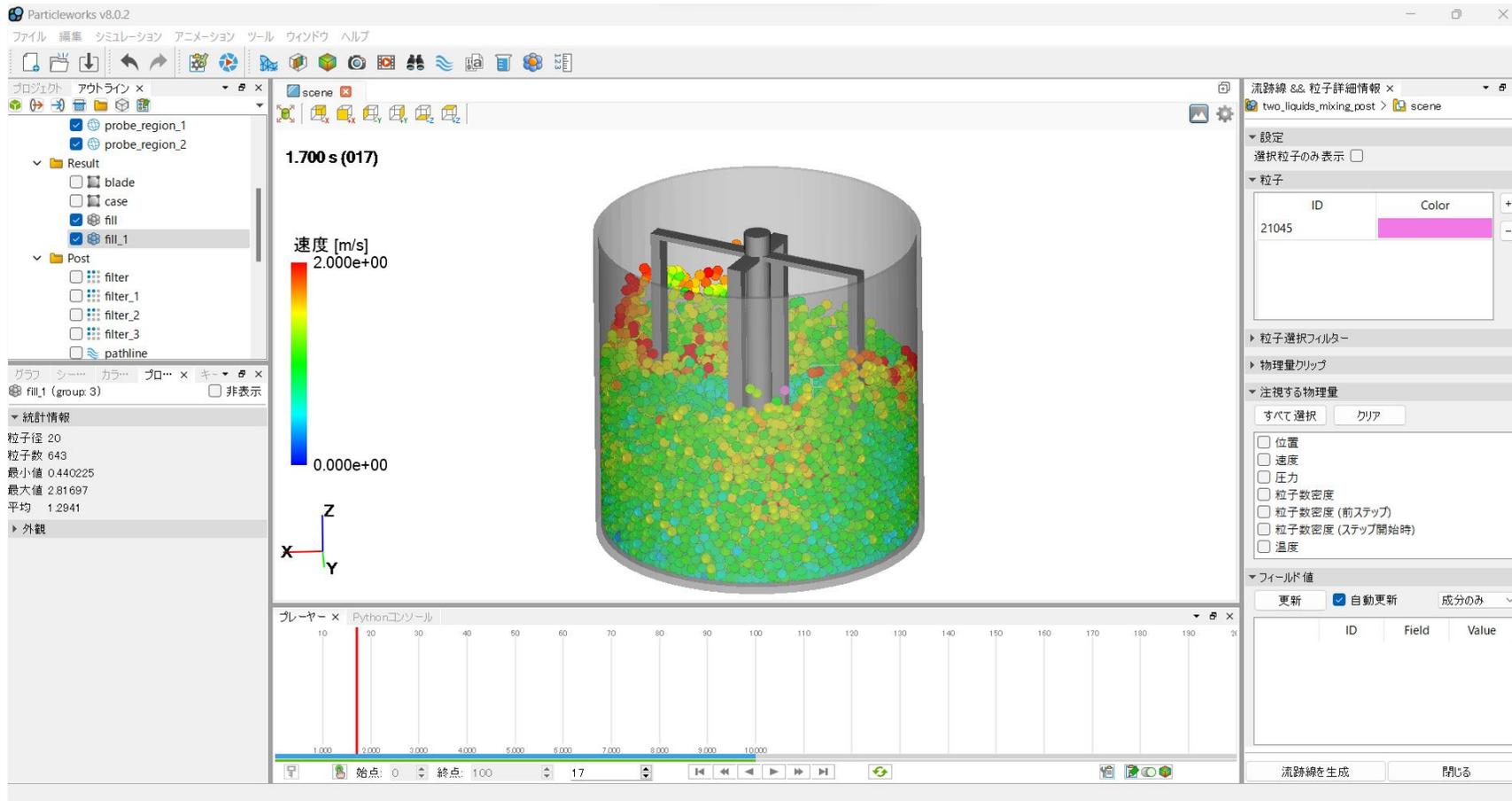
- ライセンス形態
 - フローティング版
- ハードウェア要件
 - OS : Windows 11 / Windows Server 2022, 2025 / RedHat Enterprise Linux 8.x, 9.x
 - CPU : Intel 社製, AMD 社製 2 GHz 以上 64 bit
 - メモリ : 4 GB 以上 (8 GB 以上推奨)
 - HDD : 64 GB 以上
 - グラフィックス : Open GL 対応グラフィックボード (OpenGL 4.x 以上)
- 動作確認済 GPU (計算)
 - NVIDIA GeForce RTX 3080 / 4090 / 5090 (単精度推奨)
 - NVIDIA RTX 6000 / RTX 6000 Ada (単精度推奨)
 - NVIDIA Tesla P100 / V100
 - NVIDIA Quadro GP100 / GV100
 - NVIDIA A100 / A800 / H100



Particleworks[®]
Particle-based simulation software for CAE

解析の流れ

- 操作性の高い日本語版ユーザーインターフェース
- プリ/計算/ポストが1つの画面で完結

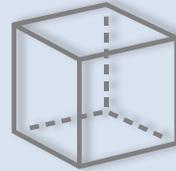


- 事前準備が必要なもの



物性値

- 密度
- 粘性係数
- 熱伝導率
- 摩擦係数 など



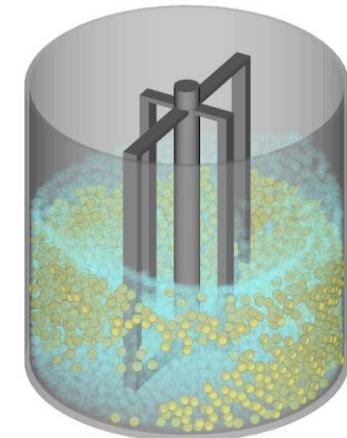
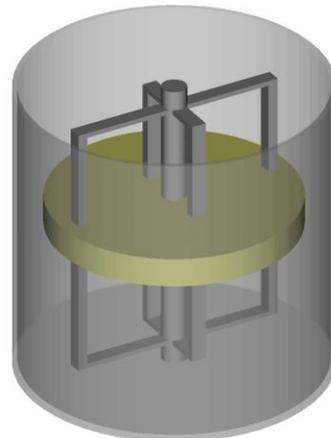
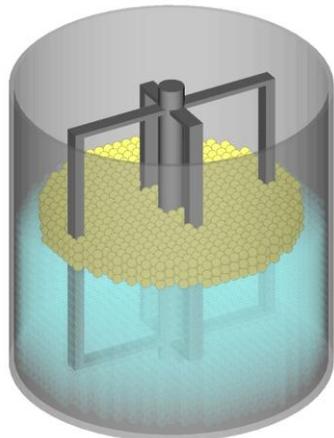
3D CAD データ

- STLファイル
- OBJファイル
- NASTRANファイル



計算条件

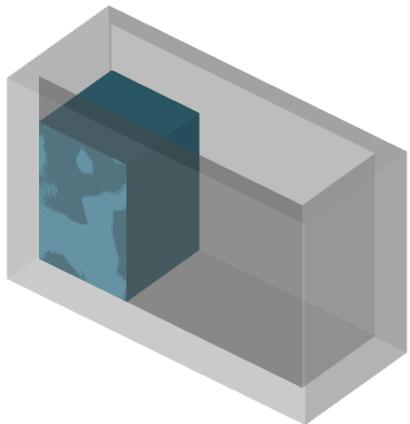
- 流入流量
- 回転数
- 初期温度 など



モデル準備

- 3D CADデータ準備

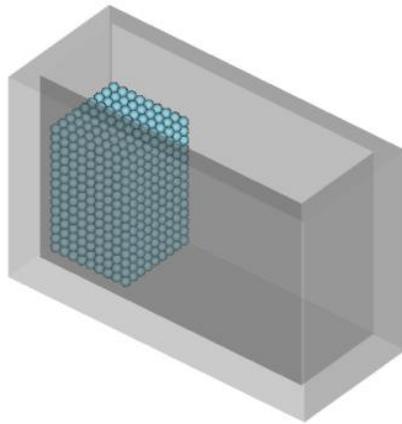
形状データ



条件設定

- 流体領域の設定
- 物性値の入力
- 解法を選択
- 2D 解析機能

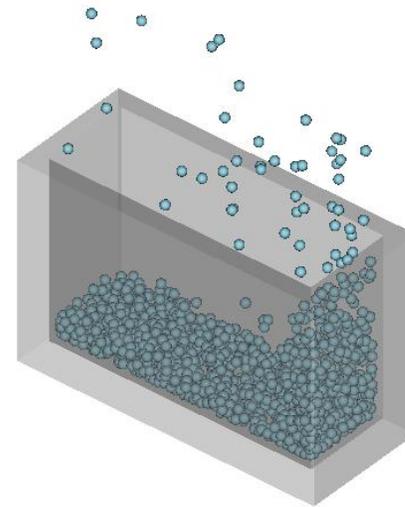
粒子データ



プリ処理・解析実行

- 粒子生成
- 使用プロセッサの指定

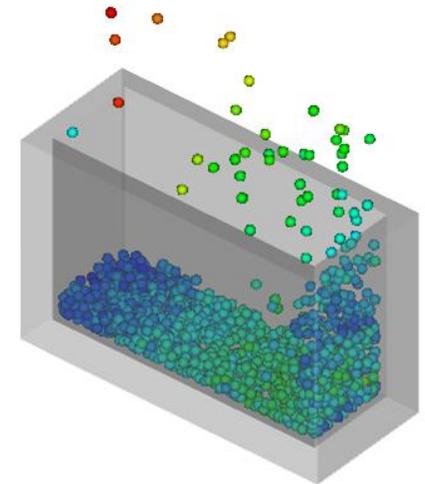
シミュレーション



結果処理

- 流跡線
- コンター
- サーフェス
- 動画作成
- 物理量の取得

結果評価



モデル準備

条件設定

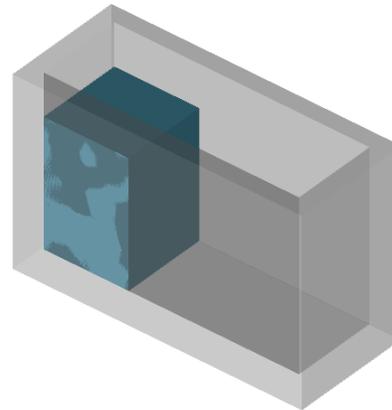
プリ処理・解析実行

結果処理

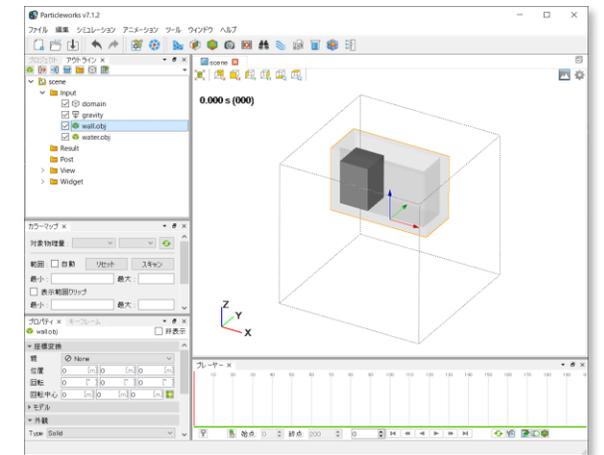
- 形状モデルの作成と出力
 - お使いの 3D CAD で作成した形状を使用可能 (形状の位置変更可)
 - 対応フォーマット
 - STLファイル (ASCII / バイナリ)
 - OBJファイル (ASCII / バイナリ)
 - NASTRANファイル



3D CAD で
モデル作成



読み込み



モデル準備

条件設定

プリ処理・解析実行

結果処理

形状インポート・定義

- ファイル読み込み
- 流入口設定
- 液面定義

物性の作成

- 物性タイプの追加
- 物性値の設定
- 物性組み合わせ設定

基本設定

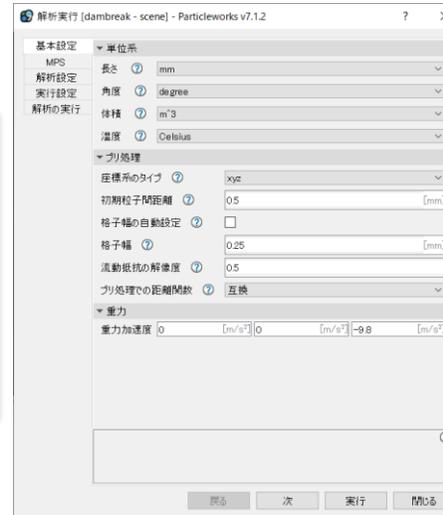
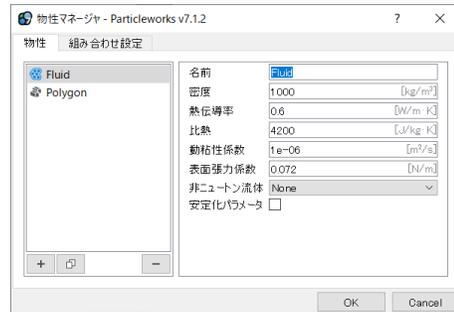
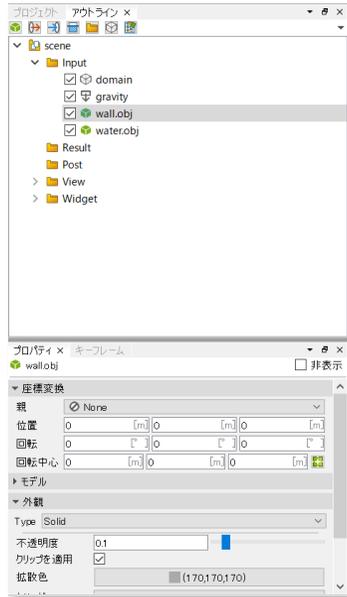
- 単位系の設定
- 粒子サイズ
- 3D or 2D

物理モデル設定

- 重力
- 圧力・粘性
- 表面張力

解析設定

- 解析終了時間
- 初期時刻刻み
- 出力設定



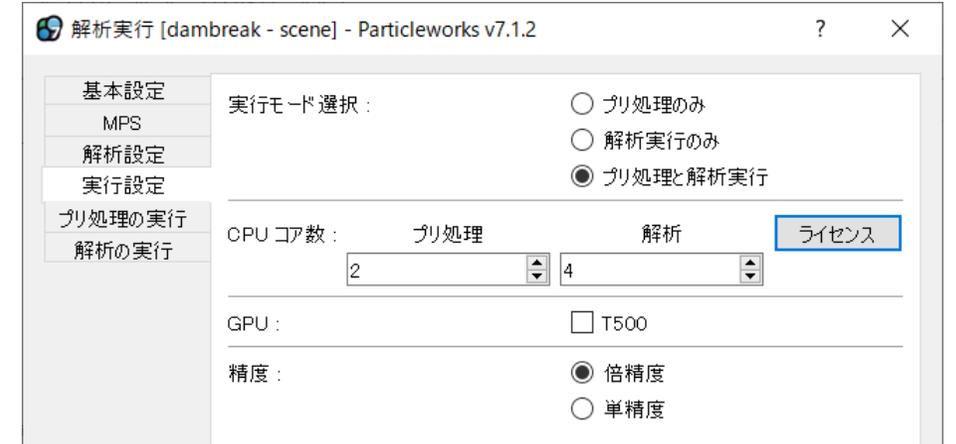
モデル準備

条件設定

プリ処理・解析実行

結果処理

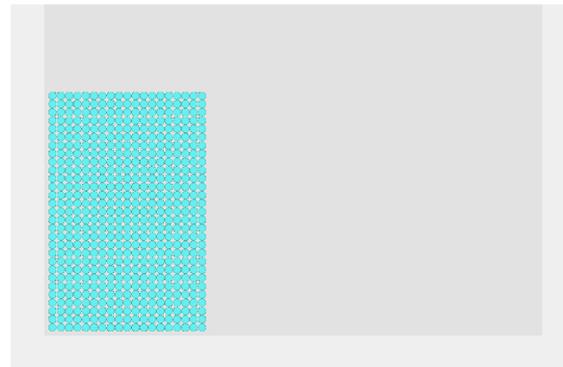
- プリ処理・解析実行
 - 使用する CPU コア数もしくは GPU を指定※



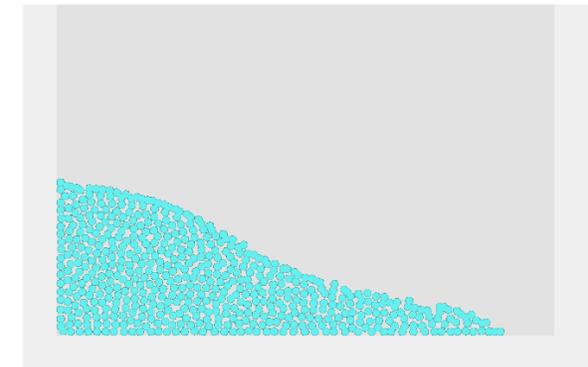
- オブジェクトの形状認識



- 粒子の生成



- 解析実行



※ GPU の使用には有償オプションが必要です。

モデル準備

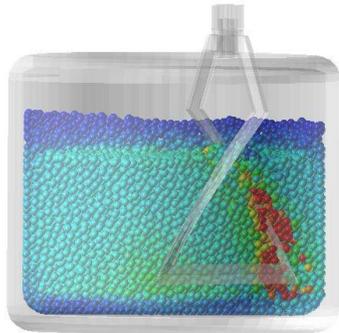
条件設定

プリ処理・解析実行

結果処理

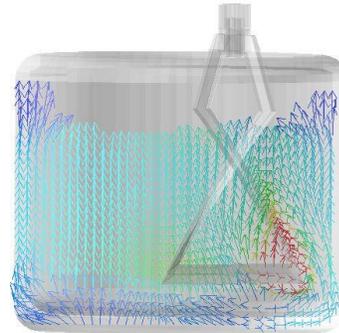
結果処理

- 速度・圧力・温度などによる色付け

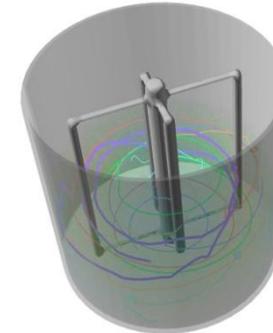


※ 断面表示も可

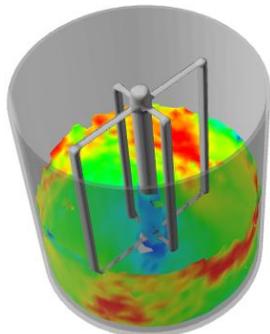
- 速度ベクトル表示



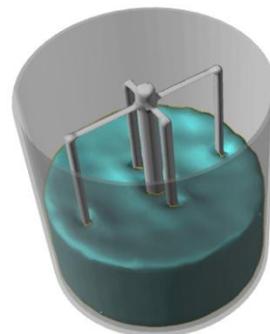
- 流跡線表示



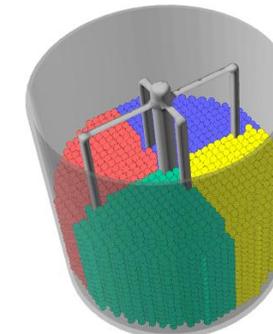
- 表面圧力の表示



- サーフェス作成

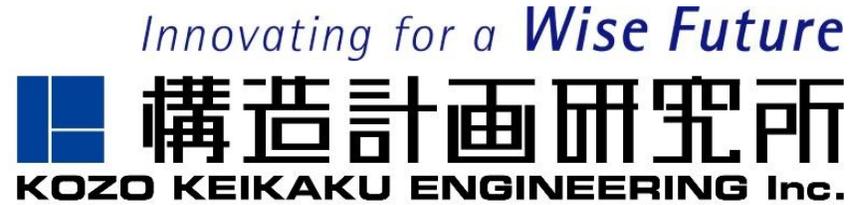


- 粒子選択フィルタ



- 物理量による色付け
- 速度ベクトル表示
- 流体の流跡線描画
- 粒子選択フィルタ
- サーフェス
- 形状に作用する力、トルクの取得
- 流体(粒子)物理量の取得
(座標・速度・圧力・温度など)
- アニメーション保存機能 など

会社紹介



- 社名 株式会社 構造計画研究所
- 企業理念 Professional Design & Engineering Firm
大学、研究機関と実業界をブリッジするデザイン&エンジニアリング企業として、
社会のあらゆる問題を解決し、「次世代の社会構築・制度設計」の促進に貢献します。
- 設立年月日 1959年5月6日
日本で初めてコンピュータを構造計算に応用
- 資本金 10億1,000万円
- 売上 約179億円('24/6期)
- 本社所在地 東京都中野区本町4丁目38番13号
日本ホルスタイン会館内
- 社員数 658名(2025年4月1日時点)



研究・開発・設計

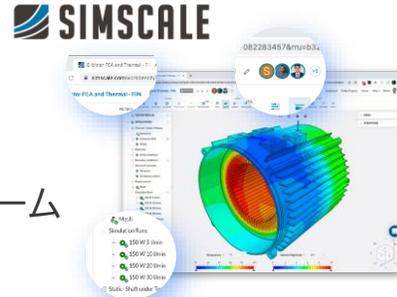
3D-CAD/CAE シミュレーション デジタル画像関連法

シミュレーション・ベースド・デザイン (SBD)

CAE (Computer Aided Engineering) と非接触計測技術の活用によるデジタルツインの実現、設計・試作の効率化と品質に対する高度な要求の両立

■ SimScale

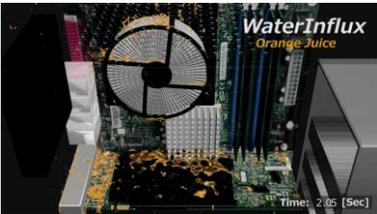
いつでもどこでもシミュレーションを行える完全クラウドCAEのオールインワンプラットフォーム



■ Particleworks

■ Particleworks

粒子法 (MPS法) に基づくメッシュフリー流体解析ソフトウェア
攪拌、噴射、充填などの飛沫や複雑な自由表面と剛体運動を含む非圧縮性流れの解析を実現



■ 粉体・混相流解析ソフトウェア:iGRAF

離散要素法と有限体積法に基づく粉体・混相流解析ソフトウェア
複雑な粉体の挙動を簡単に高精度に解析可能

iGRAF



商品企画・営業支援

- ・ コンフィグレータの活用による見積精度の向上
- ・ 顧客リクエストへの即応など営業クオリティ向上
- ・ 仕様選定・見積作成のスマート化

Over CPQ



製造・物流

- ・ 生産現場の見える化による「経験」や「勘」からの脱却
現実的な生産計画の実現
- ・ IoT の活用による現場知の可視化と現場課題の改善

ADAP



品質管理

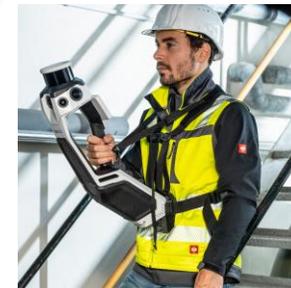
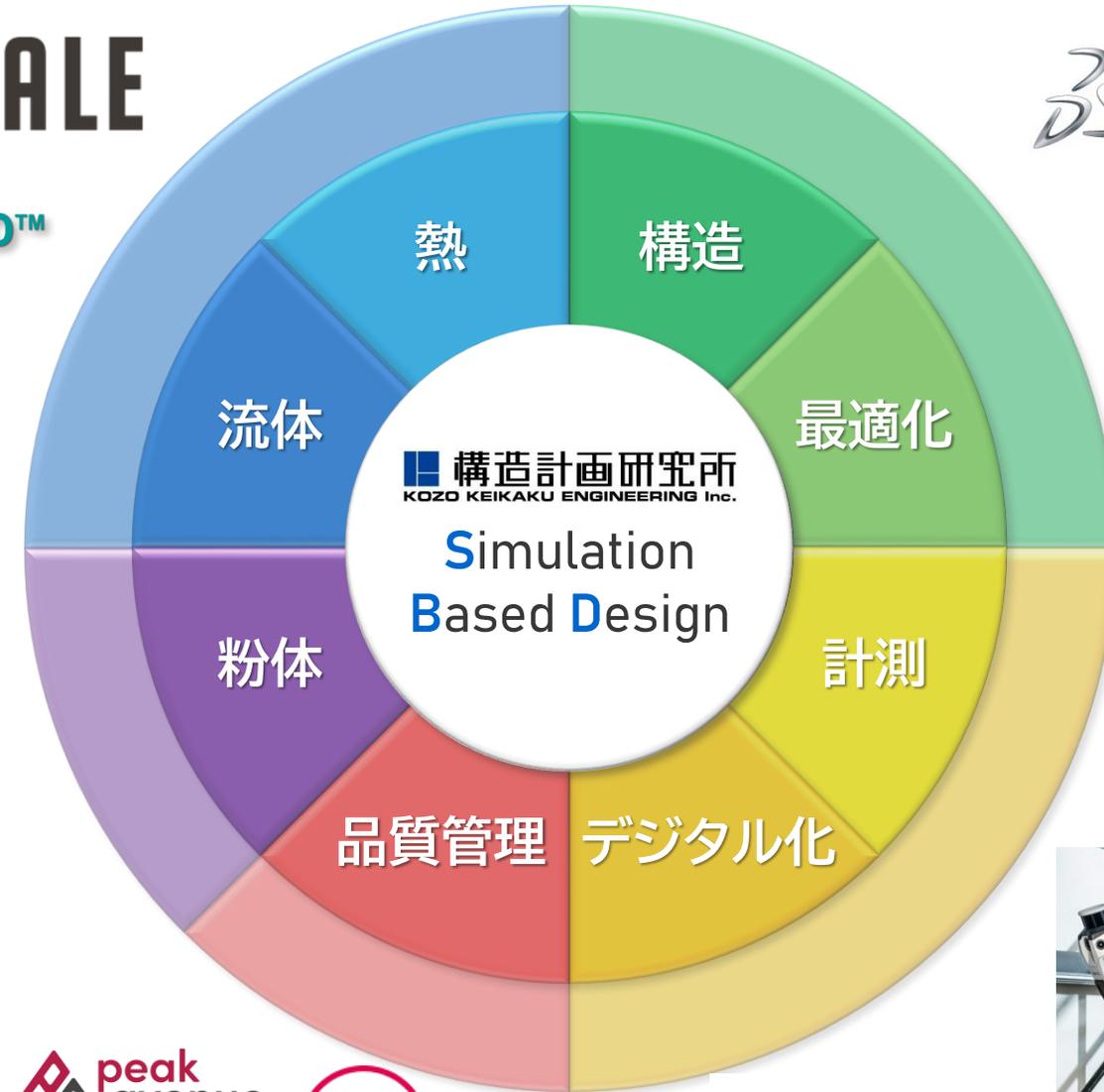
- ・ 部門・組織横断的なリスクマネジメントによる製品品質向上やトラブルの未然防止
- ・ シックスシグマや TQM, QC サークルのような品質改善活動
- ・ 工程管理におけるデータ処理・統計分析

eims

peak avenue



Simcenter FLOEFD™





導入支援

- ・ 解析の実現性検討・ノウハウ蓄積
- ・ 解析手順書の作成
- ・ オンサイトトレーニングの実施



カスタマイズ

- ・ 物理モデルの拡張
- ・ プリ・ポスト処理の自動化

進め方の一例

調査・
要件定義

仕様ご
提案

モジュール
作成

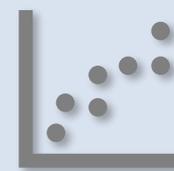
機能検証

仕様書・
手順書ご
納品



操作サポート

- ・ Eメール・Webシステムによる
お問い合わせ対応
- ・ 定期トレーニングの実施



受託解析

- ・ 課題解決のためのシミュレーションの
ご提案と実施

進め方の一例

実施方法
検討

評価指標ご
提案

解析作業の
実施

中間報告

最終報告



モデル化

- ・ 解析内容に適したモデリングの検討
- ・ 妥当性の検証方法のご提案
- ・ 物性値の取得方法のご提案

Innovating for a Wise Future



SBD エンジニアリング部

<https://www.sbd.jp/>
sbdseminar@kke.co.jp

東京

〒164-0011 東京都中野区中央5丁目4-22 ARUJビル 6F
TEL: 03-5342-1053 / FAX: 03-5342-1035

名古屋

〒450-6325 愛知県名古屋市中村区名駅1-1-1 JPタワー名古屋 25F
TEL: 050-5306-6985

大阪

〒541-0047 大阪府大阪市中央区淡路町3-6-3 御堂筋MTRビル 5F
TEL: 06-6226-1231 / FAX: 06-6226-1037