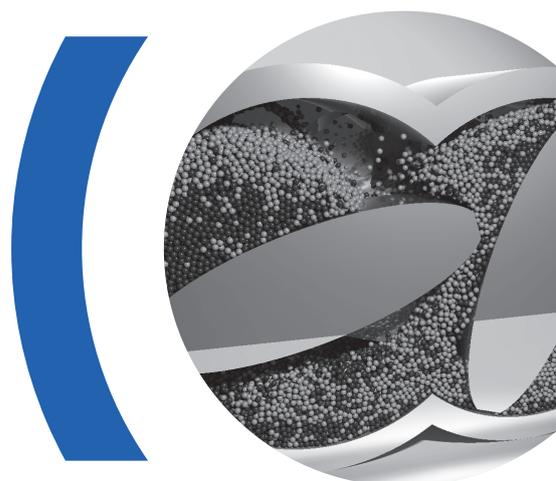


● 粉体・流体シミュレーションソフトウェア



iGRAF makes impossible, possible.



製品概要

iGRAF (Integrated Granular Flow Simulation Software, アイグラフ) は、離散要素法 (DEM) に基づく粉体シミュレーションと流体シミュレーション (CFD) の両方が可能な統合型シミュレーションソフトウェアです。iGRAFは使いやすさを重視しつつも、国際学術誌に掲載された物理モデルを多数実装するなど、ユーザビリティと計算結果の信頼性を高い水準で両立しています。様々な粉体現象のシミュレーションはiGRAFのみで完結させることが可能です。

シミュレーションとは

シミュレーションとは、粉体や流体の動きをコンピューターで計算することによって、現象をコンピューターの中に再現する技術です。通常は見ることができない装置内部の様子や流れ、粉体の詳細な分布などを可視化することができ、実験では難しい状況の把握や情報の取得が可能となります。



iGRAF 導入によるメリット

実験的アプローチの限界

粉体の物理は極めて複雑であり、粉体プロセスに関わる分野では実験によって製品化や製造工程に関する判断がなされることが主流です。しかし、従来の方法には、判断や評価に属人化された要素が含まれ、定量的・客観的な尺度が失われるなどのリスクが内包されています。

粉体プロセスのデジタル化

昨今、デジタルトランスフォーメーション (DX) やデジタルツインなどの潮流が高まり、ITの活用が進められています。iGRAFがあれば、シミュレーションというデジタル空間で粉体プロセスを再現し、属人化の解消や定量的・客観的な評価につなげられます。さらに、チャレンジングなアイデアや改善策も、デジタル空間では最小限のリスクで試行錯誤でき、高性能・高付加価値の製品開発に近づけることができます。

開発・改善プロセスの転換

シミュレーションは開発や改善プロセスの変容をもたらします。実験を使わずに安全かつ短時間で検討でき、試作コストや廃棄物、エネルギー消費を減らすことができます。国を挙げての取り組みであるカーボンニュートラル、世界的に注目されているキーワードであるESGやSDGsにも応えられるシミュレーションソフトウェアがiGRAFです。



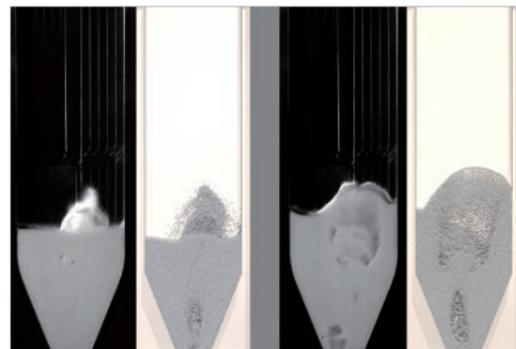
持続可能な開発目標 (SDGs : Sustainable Development Goals)

iGRAF

3つの特長

1
実機スケールのシミュレーションを実現

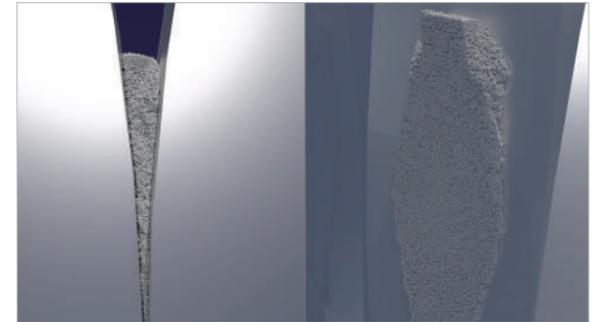
実際の粉体プロセスにおける粒子数は億から兆のオーダーに達することが大半です。iGRAFでは、独自開発の粗視化モデルによる計算負荷の低減、並列計算や陰的アルゴリズムによる計算の高速化・安定化によって、大規模な実機スケールのシミュレーションを可能としています。



流動層による検証例 (黒背景 : 実験, 白背景 : シミュレーション)

2
高性能な物理モデルによる優れた再現性

iGRAFの最大の特長はCFD (流体) ソルバーを内蔵していることです。流体の影響が大きな粉体現象も経験的なモデルに依存せずにiGRAFのみでシミュレーションできます。独自の液架橋力モデルなど高性能な物理モデルも備えており、様々なプロセスに対して優れた再現性を発揮します。



液架橋力を考慮した解析例

3
シミュレーションに必要な使いやすさを追求

現実に近い初期状態を簡単に作成できるランダムパッキング (充填機能)、メッシュを意識しない形状認識技術、設定を支援するアシスタント機能、混合度の出力機能、シームレスな流体との連成計算など、これからシミュレーションを始める方にも使いやすい設計を追求しています。



粉体シミュレーションの権威 東京大学 酒井先生による技術支援

構造計画研究所では、粉体シミュレーション分野の権威である東京大学 酒井先生を特別技術顧問に迎え、最先端の解析技術やノウハウを取り入れながらiGRAFの開発を進めています。ご希望のユーザー様には、高度な解析テーマのご相談など、先生を交えた強力な技術支援をご提供します。



株式会社 構造計画研究所 特別技術顧問
東京大学大学院
工学系研究科原子力国際専攻

酒井 幹夫 教授

専門は粉体・混相流の数値シミュレーション。国内では粉体工学会理事、日本粉体工業技術協会粉体シミュレーション技術利用分科会コーディネータ、同協会AI技術利用委員会委員長、海外では英国インペリアル・カレッジ・ロンドン客員准教授、英国サリー大学客員教授などを務める。世界的に有名な学術雑誌のChemical Engineering Science, Granular Matterの編集委員にも選出されるなど、粉体・混相流のシミュレーション分野で国際的に活躍する研究者の一人。

解析事例

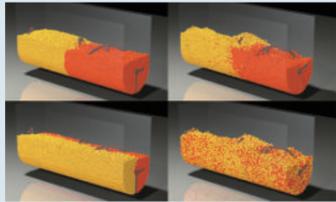
iGRAFを用いることによって、粉体プロセスが抱える多くの課題に対し、シミュレーションの立場から多くの有用な知見や示唆を得ることができます。ここでは、iGRAFで可能なシミュレーションの一部を具体的な事例を交えながらご覧いただくとともに、シミュレーションによってどのような情報が得られるか、どういった評価やフィードバックが行えるかを課題ごとにご紹介します。

● 混合・攪拌 ●

複数の粉体材料の混合・攪拌は製品性能を左右する重要なプロセスの一つです。iGRAFでは、粒子径や密度、形状などが異なる複数の粉体材料の混合特性をシミュレーションによって評価・検討することができます。

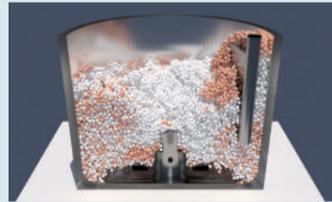
粉体配置

粉体材料の初期配置が混合度に及ぼす影響の評価事例です。粉体の種類や位置に応じた色付けによって直感的に混合のイメージを把握できるほか、分散状態から定量的な混合度を出力することもでき、優れた条件を的確に選定できます。



攪拌速度

攪拌速度の検討事例です。回転数が混合度に与える影響を評価することによって、最適な運転条件を選定できます。また、粉体の挙動に基づき、混合度を分析することで、改良に向けた有用な示唆を得ることができます。

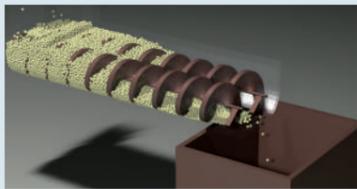


● 搬送 ●

原料となる粉体を適切に搬送することは、粉体プロセスにおいて必須の課題です。iGRAFでは、スクリー搬送に代表される機械搬送と流体搬送の両方を扱うことができ、粉体の供給量や搬送機構をシミュレーションによって検討することが可能です。

供給安定性

スクリーによる粉体の機械搬送の解析事例です。粉体の供給状況や搬送過程の可視化、搬送量の評価のほか、スクリーに掛かる力を算出することもでき、安定供給のために必要なスクリーの仕様を事前に検討することが可能です。



閉塞

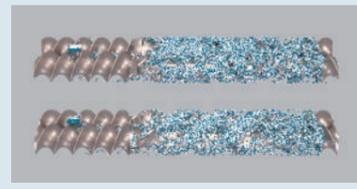
空気による粉体搬送の解析事例です。適切な粉体の供給量や搬送風速などの評価が可能です。シミュレーションによって、所望の搬送量を安定して輸送できるかどうかや、粉体の付着性の違いによる閉塞の有無などを検証できます。



● 混練 ●

「混ぜる」、「潰す」、「練る」といった複雑な物理を伴う混練も、iGRAFによってシミュレーションが可能です。

粉体材料の混練の解析事例です。実験的には困難な部位ごとの混練状態の評価やメカニズムの把握を行うことができます。また、気体・液体・粉体を合わせた解析では、気体の巻き込みの影響などを検討することも可能です。



2軸連続装置による混練シミュレーション
株式会社栗本鐵工所

● 流動化 ●

流動化現象のシミュレーションには流体を考慮することが本質的であり、iGRAFにはそのために必要な機能が備わっています。

粉体の乾燥や加熱などに利用される流動層の解析事例です。シミュレーションによって、粉体挙動や流体の圧力損失、流動化現象が発生したときの粉体高さ、最適な流量や流入位置などの流動層に必要な検討をすべてiGRAFで完結させられます。

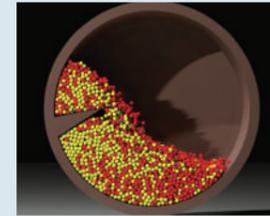


● 粉砕 ●

粉砕工程は、様々な産業プロセスで用いられる重要な単位操作の一つです。iGRAFでは粉砕容器や媒体粒子を変更したシミュレーションを容易に行うことができ、多数の因子が及ぼす影響をスピーディーかつ低コストで比較・検討することが可能です。

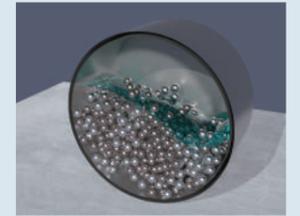
粉砕性

乾式ボールミルによる粉砕の解析事例です。粉砕媒体の材質や粒径、ミルの回転数などを変えたときの粉砕性を、衝突の頻度や粒子の速度などの情報から評価することで、経験則から定量的な指標に基づいた検討に変えることができます。



システム検討

ビーズミルを用いた湿式粉砕シミュレーションの事例です。iGRAFでは、湿式ミルで重要な因子となるスラリー（流体）と粉体粒子の相互作用を扱うことができ、粒子の衝突エネルギーなどから、ミルの設計に有用な知見を得ることが可能です。

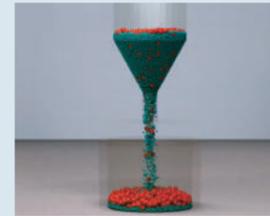


● 貯蔵 ●

貯蔵された粉体材料の排出は、多くの産業プロセスで見られる基本的で重要な操作です。iGRAFでは粉体の粒子径や密度だけではなく、付着性の影響も考慮でき、粉体材料が静止状態から流動状態へ移行する過程の把握や排出方法の検討に役立ちます。

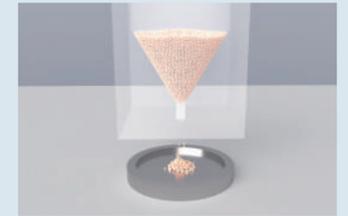
偏析

複数の粉体材料が貯槽（ホッパー）から排出される様子の解析事例です。任意領域における粉体割合を粒子の位置から空間的・時間的に評価することができ、特定の粒子径や種類が極端に偏る偏析の予測と対策の検討が可能です。



ブリッジ

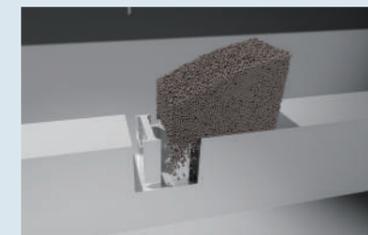
ホッパーから粉体材料が排出される様子の解析事例です。ホッパーに求められる定量での供給性能の評価や、粉体の粒子径や付着性の影響によって排出不良やブリッジ（閉塞）を生じないかどうかの検証を行うことができます。



● 充填 ●

粒子に作用する重力と粒子間力のバランスなど、iGRAFでは充填に影響するパラメータを考慮したシミュレーションが可能です。

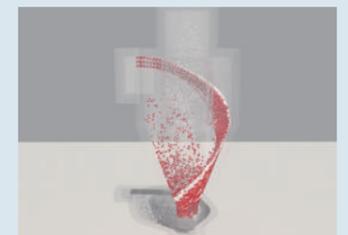
粉末材料の落とし込み充填の解析事例です。空気の抜け方による充填速度の違いや、粉末材料が到達しづらい箇所の確認、複数の粉体の充填における偏析など、充填メカニズムの理解と改善案の検討などを行うことができます。



● 分級 ●

iGRAFでは機械的な分級、サイクロンに代表される遠心分級のいずれも扱うことができ、分級精度などの検討が可能です。

サイクロン方式の分級機シミュレーション事例です。iGRAFでは機械的な分級に加え、サイクロンなどの気流による分級もシミュレーションが可能です。メカニズムの異なる幅広い分級方式に対し、分級精度の評価などの各種検討を行うことができます。



User Interview — 活用事例 —

粉体シミュレーションソフトウェアiGRAFは、国内の大手企業を含む多くのユーザー様に導入いただき、様々な場面でご活用いただいています。ここでは、iGRAFを日常の業務に利用されているユーザー様の声を一部ご紹介します。各記事の全文は右のQRコードより当社Webサイトでご覧いただけます。



01 経験則に頼るような部分を、ある程度理論に置き換えていける可能性を感じます。

Eat Well, Live Well.



味の素株式会社 様

実機を使う実験より、効率の良い方法はないか？

各種調味料やスープ類をはじめ、当社の商品には「粉もの」がたくさんあります。私たちは、より良い製品づくりに向けて、粉体物性を制御する技術や機能を高めるための粒子設計などに取り組んでいるわけですが、実は粉体というのは、なかなかの“曲者”です。例えば、液体は混ぜれば基本的に均質な状態を保ちますが、粉の場合は偏析といって、いったん混ぜても、いつの間にか成分の偏りが生じます。そうした成分が不均一になったまま製造してしまうことにより、製品を廃棄しなければならなくなることもあります。

そういった問題が起きないように実験を行うわけですが、実際には小さなスケールで実験してきたことが、スケールアップするとうまくいかないといったことが起こり得ます。そうすると、実験はまた一からやり直すことになり、試行錯誤に時間を費やし、実験のために原料を無駄に使ってしまうという問題がありました。

より効率の良い方法がないかと考えていた際に、学会で粉体シミュレーション技術の存在を知りました。興味を持って、酒井幹夫先生の指導も仰ぎながら、1年間ほどシミュレーションの有用性を検討し、業務への導入を決めました。導入に当たっては、他社のシミュレーションソフトウェアも検討したのですが、iGRAFに決めたのは、操作が直感的で使いやすく「いいな」と思ったからです。

他社の製品は、トレーニングなしでは、自分でパラメータの設定をしたり、計算を走らせたりというのは難しそうでした。しかし、iGRAFはチュートリアルを片手に計算できました。この操作が簡単で使いやすいというのが、一番の決め手でした。

「ざっくりとした再現性」が生むメリット

いろんな粉末製品がある中、共通するのは混合、排出、充填といった工程です。そういうところから手をつけていこうということで、まずはホッパーに粉を貯めて排出するというプロセスの解析から着手しました。

私たちが扱う粉体は、1 mmよりも小さな粒子です。その粒子径でそのままシミュレーションをしようとする、計算がものすごく大変になることを踏まえ、現象そのものを完全に再現しなければならないという考えは、もともと持っていませんでした。例えばA、B、Cの条件があったとしたら、それをスクリーニングにかけてみる、という使い方をしています。ざっくりとした再現性があれば、ワーストの条件を見つけることが可能で、製造ラインを止めてテストするコストは、3分の2に減らせるわけですから、そうした点での手応えは、大いに感じています。

また、異なる装置の形状を試そうと思ったら、実際に装置をつくるために数カ月がかかります。実験、分析もすぐ済むというわけにはいきません。iGRAFを使えば、結果が1週間くらいでわかるため、時間短縮のメリットも、非常に大きいものがあります。

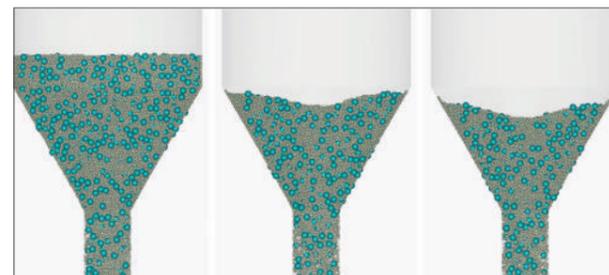


味の素株式会社
食品事業本部 食品研究所
山崎 寿美氏、渋谷 一晃氏、西ノ宮 武氏

iGRAFのノウハウを蓄積し、設計に活かしたい

例えば、実際の粒子径で計算することは難しいと言いましたが、そこはどういうふうにならざるを得ないのかといった部分は、事例を積み重ねながら、ノウハウを蓄積していきたいと考えています。

ソフトウェアの活用の仕方としては、現場から上がってくる課題に解決策を提示するというのが一つです。もう一つは、いつも使っている装置の最適なオペレーションは何か、という基礎的な知見を積み上げていくことができるのではないかと考えています。装置を使ったテストを繰り返すことで製品化の工程に進むことが業界の主流でもありますが、本当は別のやり方のほうが、低コストで良いものになっていたのかもしれない。そういう、経験則に頼るような部分を、ある程度理論に置き換えていけるのではないかと可能性を感じます。



ホッパー内の粉末排出フロー
排出率 10 vol% (左), 50 vol% (中央), 70 vol% (右)

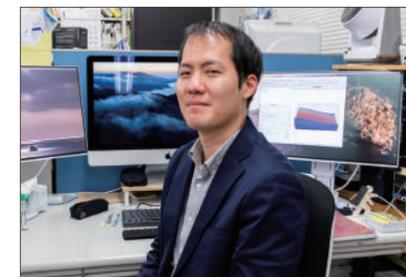
02 モデルの妥当性が担保されており、計算結果にも信頼が持てます。



国立研究開発法人産業技術総合研究所 様

鉱物資源の分離プロセスへの活用

鉱物資源を原材料に加工する際には、鉱山で採掘された岩石を細かく粉砕し、選鉱と呼ばれる分離操作を行います。そのプロセスの多くは経験則に基づいているのが現状です。選鉱プロセスに粉体シミュレーションを使えば、装置内の粒子挙動を可視化することができ、高効率で高精度な選鉱プロセスの開発につながることができそうです。



国立研究開発法人 産業技術総合研究所
鉱物資源研究グループ 研究員
網澤 有輝氏

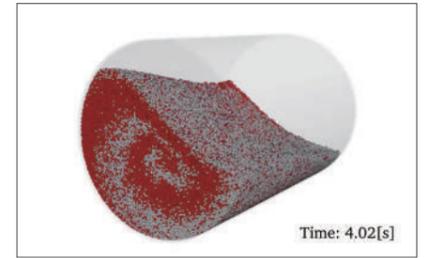
こうした課題を抱えていた折、粉体シミュレーションソフトウェアiGRAFをご紹介いただきました。機能や性能を聞き、これなら課題を解決できると思い、導入しました。

粉体と流体の複雑な連成が可能

機能面の強みの一つは、複雑な形状をした装置内の粉体挙動を計算できることです。これは、他の粉体シミュレーションソフトウェアにはないiGRAF独自のものです。固体、気体、液体の複雑な相互作用を含む連成解析を実現できるソフトウェアも他にはなかなかありません。

さらに、iGRAFは酒井先生の研究室で開発され、論文にもなっている物理モデルがベースです。モデルの妥当性が担保されており、どのように計算されているのかを理解して使えるため、結果に信頼が持てることも大きな利点です。

密度や形状が違う粉体の分離については経験則から脱していない部分が多くありましたが、それらをiGRAFで可視化することによって、



ポットブレンダーのシミュレーション
Time: 4.02[s]

分離のメカニズムや最適な装置条件などを突き止めることができました。さらにiGRAFによって、ポットブレンダーと呼ばれる混合機の混合機構も解明でき、こうした研究成果は論文として国際科学誌に採択されています。

使い勝手に関しては、パラメータの入力、解析、必要なデータを解析結果のファイルから抽出し、目指すべき結果に加工する部分も問題なく、総じて初めてでも使いやすいソフトウェアだと感じました。

03 シミュレーションで予測した挙動が実際の可視化テストでも得られました。



株式会社栗本鐵工所 様

定性的評価とコストダウン

私が所属する粉体プロセス技術営業部では、混練・粉砕・乾燥の各設備を取り扱っており、多種多様な粉体材料、樹脂、化学品などを扱うメーカー様の設備だけではなく、プロセスも提案しています。

これまで、機器性能は当社テストセンターの設備でテストを実施し評価していましたが、この方法では経験に依存する傾向が大きく、条件の変更や試行錯誤に時間がかかっていました。これらの課題を解決するため、実験を行わずにある程度の結果が予測でき、コストダウンも図れるシミュレーションソフトの導入を検討し始めました。



2軸連続装置の性能予測

iGRAFで当社の2軸連続装置であるKRC Kneaderのシミュレーションを行ったところ、実際の挙動が見られたことと、計算が早い点に魅力を感じました。また、自分自身で使ってみて非常に使いやすく、iGRAFなら当社の課題が解決できそうだと実感し導入しました。

新規パドルの設計・製作に成功

iGRAFのシミュレーション結果を元に、新たなパドル形状を設計・製作し、可視化テストで確認しました。その結果、シミュレーションで予測した挙動が可視化テストでも得られました。これは非常に大きな成果で、今後パドル設計においてiGRAFは重要なツールとして活用することになると思います。

さらに、iGRAFは計算精度が高く、結果を3D動画で表示できる点も魅力です。我々使う側はもちろん、お客様にiGRAFのシミュレーション結果を見せて、こうやってパドルを決めますと説明すると、お客様もわかりやすいと納得していただけます。



株式会社栗本鐵工所
機械システム事業部 粉体プロセス本部
韓 昌和氏、孫 沐紫氏

今後は、2軸連続装置において、混練要素が機内原料の混合状態や滞留時間に及ぼす影響をデータベース化し、テスト前のパドル選定などに利用していきたいと考えています。また、iGRAFの強みの一つでもある流動層流れのシミュレーションを行い、流動層乾燥機の設計に生かしていきたい。その次は粉砕機と徐々にステップアップしていきたいですね。

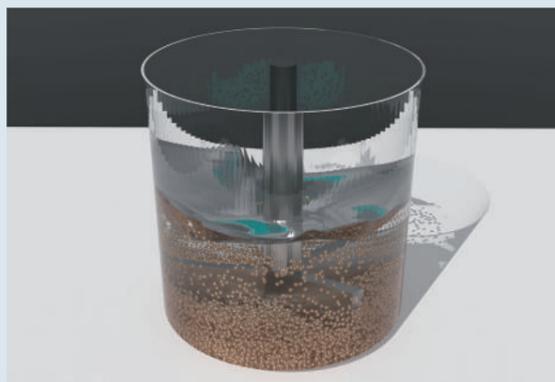
主要な物理モデル・機能

iGRAFは日本製のソフトウェアとして、最先端の解析技術やノウハウを取り入れながら開発を継続しています。ソルバーには、粉体分野を始めとした多くの学術論文で検証実績を持つユニークな物理モデルを数多く実装しており、多様な物理現象の解析機能と計算の安定性、ユーザビリティという相反する要素を高い次元で両立しています。また、粉体解析に特化した機能を備えたプリポストも特徴の1つです。

DEM-CFD

物理モデル

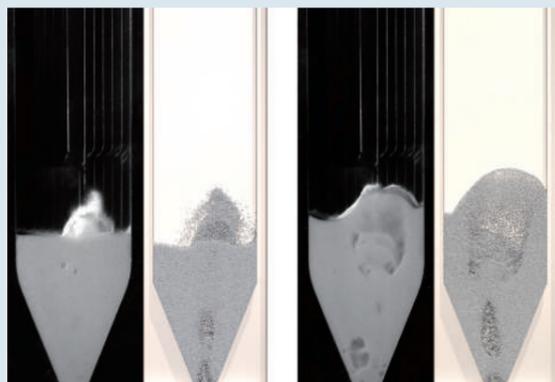
iGRAFには粉体の解析手法であるDEMと流体解析(CFD)の手法の一つである有限体積法(FVM: Finite Volume Method)ソルバーが実装されています。iGRAFのCFDソルバーは、非ニュートン流体、高粘性流体、剛体移動、自由表面など流体解析専用ソフトウェアに遜色ない解析機能を有しているほか、これらを独自の手法でカップリングしたDEM-CFDシミュレーションにより、粉体や流体の単相流に加え、流体の影響を含めることが本質的な混相流もiGRAFのみでシームレスに解析することが可能です。



粗視化

高速化

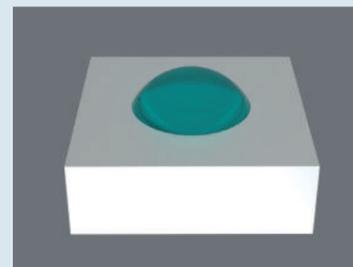
実際の粉体プロセスは非常に多くの粒子によって構成されることが大半で、その規模がシミュレーションを行う上で障害になっていました。iGRAFには、独自開発された粗視化モデルが実装されており、これにより大規模体系のシミュレーションを現実的な計算コストで実現しています。粗視化モデルでしばしば問題になる粉体挙動の再現性については、様々な体系で実験結果との検証が行われており、その妥当性が確認されている信頼性の高いモデルです。



自由表面

物理モデル

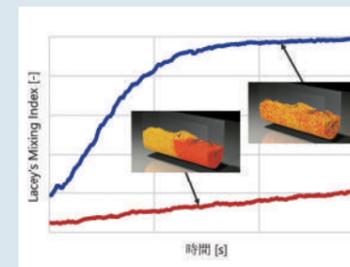
気体と液体が接する自由表面の解析手法としてVOF (Volume of Fluid) 法ベースの高精度界面捕獲法の一つであるTHINC/WLIC (Tangent of Hyperbola for Interface Capturing/Weighted Line Interface Calculation) 法を備えています。これによって、自由表面問題のみならず、粉体と自由表面が相互に影響を及ぼし合う固気液三相流のシミュレーションに対応しています。



ミキシングインデックス

結果処理

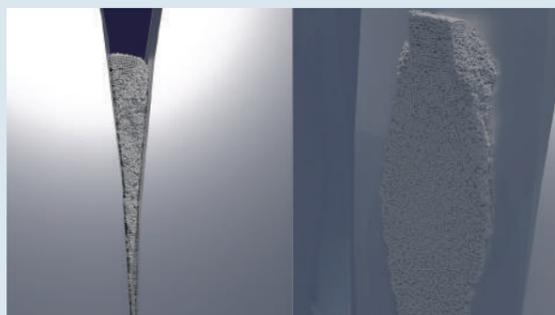
混合度の定量評価指標として、Laceyのミキシングインデックスの出力が可能です。容易に定量的な混合度が得られるため、複数のシミュレーション結果の優劣を瞬時に判断できます。また、混合度の出力処理は、ソルバーとは独立して実行でき、シミュレーション後に混合度を確認する必要が生じた場合にも、既存の解析結果から短時間で出力処理を終えることが可能です。



液架橋力/ファンデルワールス力

物理モデル

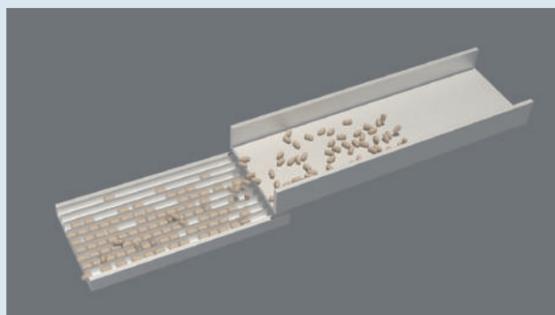
iGRAFでは付着力として液架橋力とファンデルワールス力の考慮が可能です。特に液架橋力モデルは、一般的なモデルが水分量1~2%程度の範囲までを適用域とする一方で、iGRAFのモデルは水分量15%程度までの検証実績を有しており、強みの一つです。粒子が小さい場合には、重力に対して粒子間に作用する付着力が卓越することが知られていますが、これらのモデルによって付着力が支配的な現象も合理的に予測することが可能となります。



非球形粒子機能

物理モデル

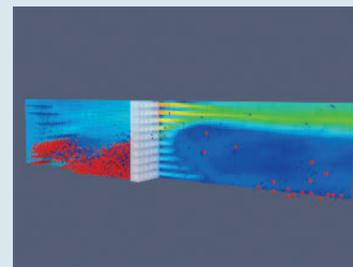
球形粒子に加え、非球形粒子を考慮したシミュレーションが可能です。非球形性の表現は、回転抵抗モデルを用いたパラメータ表現と楕円形関数モデルを用いた幾何表現から選択することができます。粒子形状は粒状材料の動力学挙動に多大な影響を与えることが知られており、実際のプロセスで見られる非球形粒子を考慮したシミュレーションによって、粉体挙動の高精度な再現や把握が可能となります。



リファインドグリッド

高速化

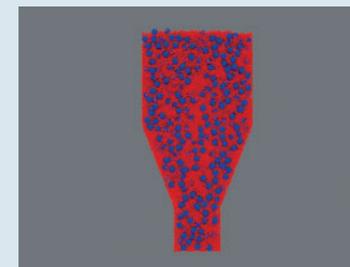
流体解析用のグリッド(メッシュ)を、粒子の衝突判定に使用するグリッドと独立して設定できる機能です。リファインドグリッドを用いることによって、粒子径を意識することなく、流体解析に求められる解像度を設定することができ、狭隘な流路や微細な形状を有する解析対象に対して、計算コストの最適化を図ることができます。



ランダムパッキング(充填機能)

プリ処理

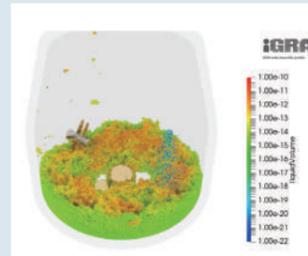
粒径や物性などが異なる複数の粉体材料が混合した初期状態を作成する機能です。iGRAFでは、粒径の調整と通常の粉体シミュレーションと同等の物理演算を組み合わせることによって、自動的に不規則な混合状態を作成することが可能で、偏析など混合状態からの粉体挙動のシミュレーションを容易なものとしています。



並列計算

高速化

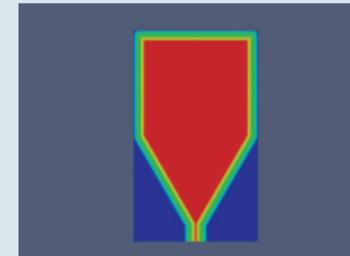
解析規模が大きくなることが多い粉体シミュレーションでは、ソルバーのパフォーマンスが不可欠です。iGRAFのソルバーは、並列計算と処理の最適化によって、高いスケーラビリティを達成しており、1台のマシンでも大規模な解析を現実的なものとしています。さらに、Linux クラスタ機による並列計算にも対応しており、より大規模なシミュレーションへの展開も可能です。



形状認識技術

プリ処理

任意の固体形状の認識に、符号付距離関数(SDF: Signed Distance Function)と埋め込み境界法(IBM: Immersed Boundary Method)を組み合わせた独自の手法を採用しています。これにより、規則的な直交構造格子による形状認識が可能となり、物体の並進や回転を伴う場合であっても、煩雑なメッシュ生成や難解な設定を行うことなく、シンプルな操作でシミュレーションを行うことが可能です。



シミュレーションの流れ

シミュレーションの工程はプリ・ソルバー・ポストの3ステップから成ります。最も手間が掛かるプリプロセスでは、煩雑なパラメータやグリッド設定のアシスタント機能を備え、不慣れな方にも使いやすい設計としています。ソルバーには、解析規模が大きな粉体解析をストレスなく行えるパワフルさを、ポストプロセスではiGRAFならではの混合度出力機能などシミュレーションの結果を最大限に生かす仕組みを備えています。

Step1 : プリプロセス

プリプロセスでは、モデルデータのインポートや作成、流体や粉体の物性値、装置の動作条件などの解析条件を入力します。

シミュレーションに必要な情報

- 装置情報
装置形状 / 運転条件 (稼働時間、回転数、流量など)
- 粉体情報
粒度分布 / 真密度 / ゆるめかさ密度 / かためかさ密度 / 粉体量 / 安息角 / その他の特徴 (形状、湿り気など)
- 流体情報
密度 / 粘度 / 表面張力 / 接触角

形状作成

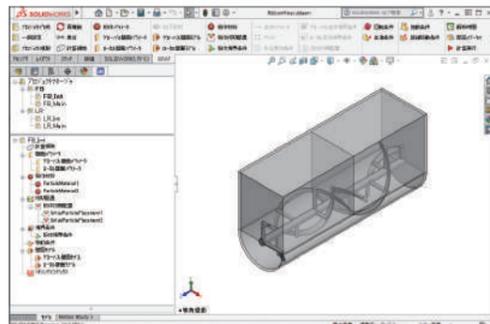
3D CADデータのインポート / 解析モデルの作成 (SOLIDWORKSアドイン版のみ)

解析条件設定

流体・粉体パラメータの設定 / 初期配置の設定 / 回転・並進など移動条件 / 解析時間の設定

グリッド設定

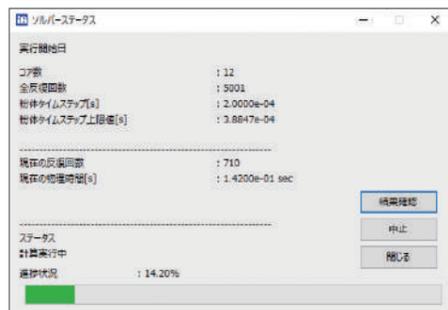
グリッド幅の設定



Step2 : ソルバー

プリプロセスで入力された形状データや解析条件に基づいて計算を行います。計算の進捗はソルバーステータスでリアルタイムに把握することが可能です。また、大規模な計算対象に対しても、並列計算による高速計算が可能です。

使用コア数の指定 ▶ 計算実行



Step3 : ポストプロセス

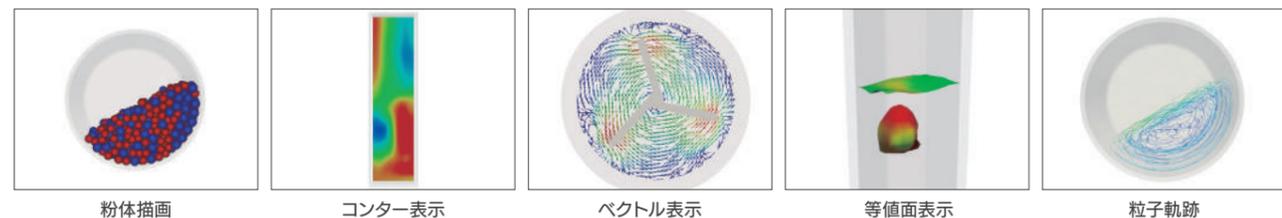
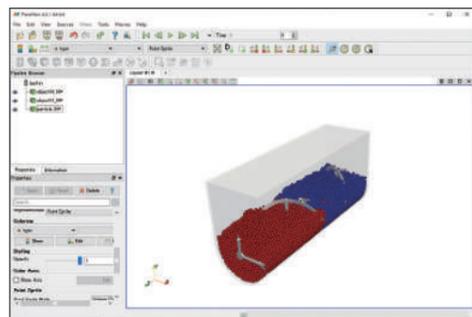
ポストプロセスでは、ソルバーから出力されたデータを可視化します。速度や圧力のグラフィック表示のほか、トルクや圧力損失、混合度評価などの数値データ出力が可能です。

結果処理

可視化 / 画像・動画出力 / 時刻歴データ出力

結果出力方法

粉体描画 / コンター / ベクトル / 等値面 / 流跡線 / 粒子データ・領域データ抽出 / CSV / 静止画・アニメーション出力



機能一覧 / 動作環境

プリ	CAD インターフェース	SOLIDWORKS 準拠	
	グリッド作成機能	粉体グリッド / 流体グリッド (リファインドグリッド)	
	プロジェクト	複数プロジェクト管理機能, プロジェクト複製機能	
	その他	タイムステップ推奨値算出機能	
ソルバー	解析タイプ	粉体単相流 (DEM), 流体単相流 (CFD), 固気2相流, 固液2相流 (DEM - CFD), 気液2相流 (CFD - VOF), 固気液3相流 (DEM - CFD - VOF)	
	粒子配置	規則配置 (粒子数, 重量), ランダム/パッキング (粒度分布)	
	粉体間・粉体 - 壁面間相互作用力	ファンデルワールス力, 液架橋力, 潤滑力, 反発係数, 摩擦係数, 回転抵抗, 伝熱	
	粒子形状	球形粒子, 非球形粒子 (楕円球関数モデル/回転抵抗モデル), 異粒径・異密度混合, 自由形状粒子	
	粉体境界	ばね定数, 反発係数, 摩擦係数, 回転抵抗係数, 接触角, 流入速度	
	混合度評価	ミキシングインデックス (Lacey's Mixing Index)	
	流体	ニュートン流体, 非ニュートン流体, 高粘性流体モデル	
	乱流モデル	LES (Smagorinsky モデル)	
	壁面境界	壁面, 流速, 圧力指定	
	自由表面	VOF法	
ポスト	剛体移動	回転移動, 並進移動, 親子移動, 自由移動, 振動, テーブル指定 (CSVファイル入力)	
	物体形状認識	符号付距離関数 (SDF), 埋め込み境界法 (IBM)	
	解析実行	並列計算, 計算中断, バッチ処理	
	計算負荷低減	粗視化, 多孔質体	
	他プロジェクト連携	結果転送	
	描画	粉体分布, コンター, ベクトル, 等値面, 流跡線 粉体表示, 断面表示, しきい値による表示範囲クリッピング	
	結果処理	粒子データ抽出, 領域データ抽出	
	ファイル出力	画像ファイル, 動画ファイル, CSV ファイル	
	動作環境	OS	Windows 10, Windows 11
		CAD	SOLIDWORKS 2021, 2022, 2023, 2024, 2025
ParaView		Ver. 4, 5	
CPU		6コア以上, 高クロック数 推奨	
メモリ		16 GB 以上	
GPU		SOLIDWORKS 推奨スペック準拠	

提供サービス

ソフトウェア販売/導入・運用支援



iGRAFの開発・販売のほか、導入をお考えのお客様へはシミュレーションの有用性を評価するためのベンチマーク解析をご提供します。また、導入いただいたお客様へは、トレーニングや操作手順書の作成などの運用支援のご相談をいただくことも可能です。

カスタマイズ



iGRAFの標準機能には含まれていない物理モデルやプリ・ポスト処理などの機能開発をお客様のニーズに合わせて有償で行うサービスです。お客様の課題をタイムリーに解決することが可能です。

受託解析



お客様が抱える課題を、弊社の専門エンジニアやソフトウェア開発者が有償で解析するサービスです。解析結果のほか、ご希望に応じて、大学との連携による高いレベルのコンサルティングのご提供も可能です。

テクニカルサポート



iGRAFの保守契約またはレンタル契約を締結されているお客様へ、ソフトウェアの最新バージョンや修正プログラム、弊社の専門のエンジニアによる技術サポートをご提供します。

粉体シミュレーション技術の普及と利用拡大に努めています。

構造計画研究所は、日本粉体工業技術協会 粉体シミュレーション技術利用分科会 代表幹事およびAI技術利用委員会 副委員長を務めており、粉体シミュレーション技術の普及に向けたソフトウェア開発、イベント開催やシンポジウムなどでの活用事例の紹介などの取り組みを通じて、粉体を扱う実業界の様々な課題解決と利用技術の普及に取り組んでおります。



株式会社構造計画研究所 SBDエンジニアリング部

Web: <https://www.sbd.jp/>

E-mail: igraf@kke.co.jp

●本所（東京）

〒164-0011 東京都中野区中央5-4-22 ARUJIビル6F
TEL: 03-5342-1053 FAX: 03-5342-1231

●名古屋支社

〒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

●大阪支社

〒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

iGRAFについては、こちらの製品Webサイトでも
ご覧いただけます。

iGRAF製品サイト：
<https://www.sbd.jp/products/powder/igraf.html>

