



粒子挙動解析ソフトウェアALTAIR EDEMのGPU適用による 計算効率向上化事例の紹介

アルテアエンジニアリング株式会社 河野 稔弘

June 27, 2024

本日の内容

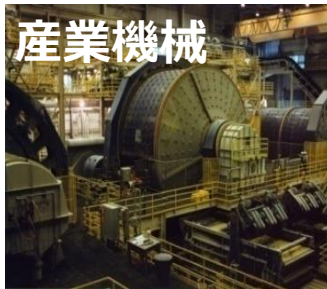
- 企業概要
- Altair EDEMの産業適用
- GPU計算機能
- Google Cloudによる検証例



ALTAIR EDEMの産業適用

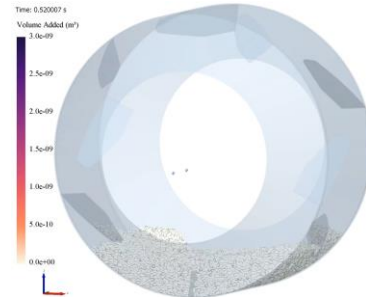
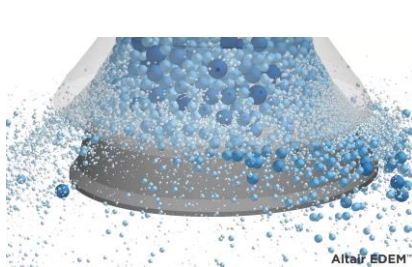
Altair EDEMとは

- DEM(Discrete Element Method)をベースにした、粉体・固体の挙動を精度よく表現することが可能なシミュレーションソフト
- 幅広い業界に利用されている

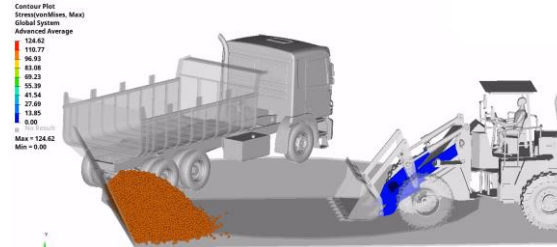


Altair EDEMとは

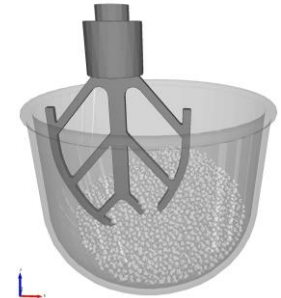
粉体に関わるアプリケーションの大多数は再現可能



Altair EDEM™



Time: 2.99002 s



Altair EDEM™

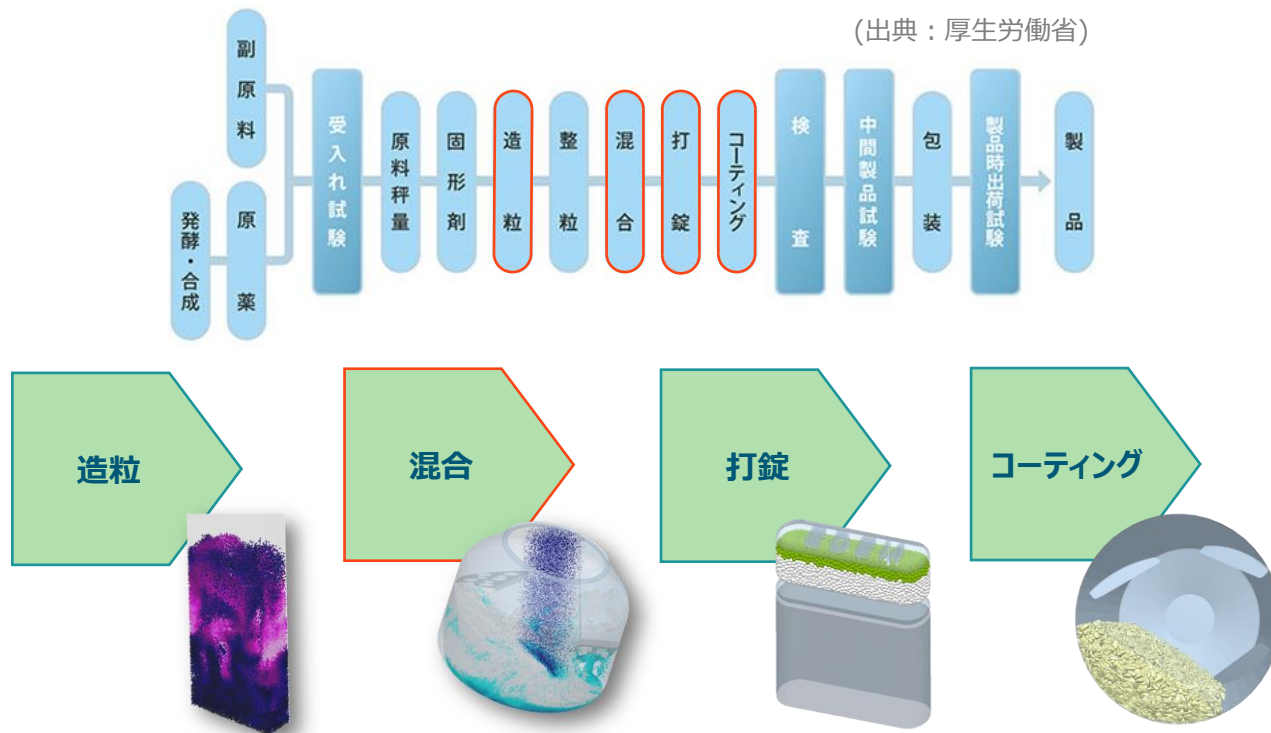
粉を作る
(粉碎、造粒、コーティング)

粉を動かす
(搬送、混合、ふるい分け)



製薬におけるEDEMの適用事例

各工程においてEDEMは活用することが可能

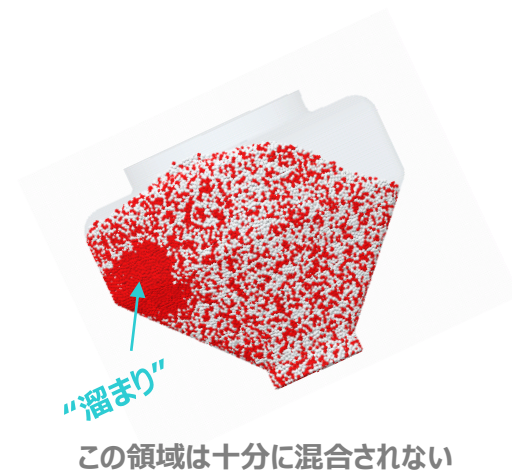


製薬におけるEDEMの適用事例 (混合工程)



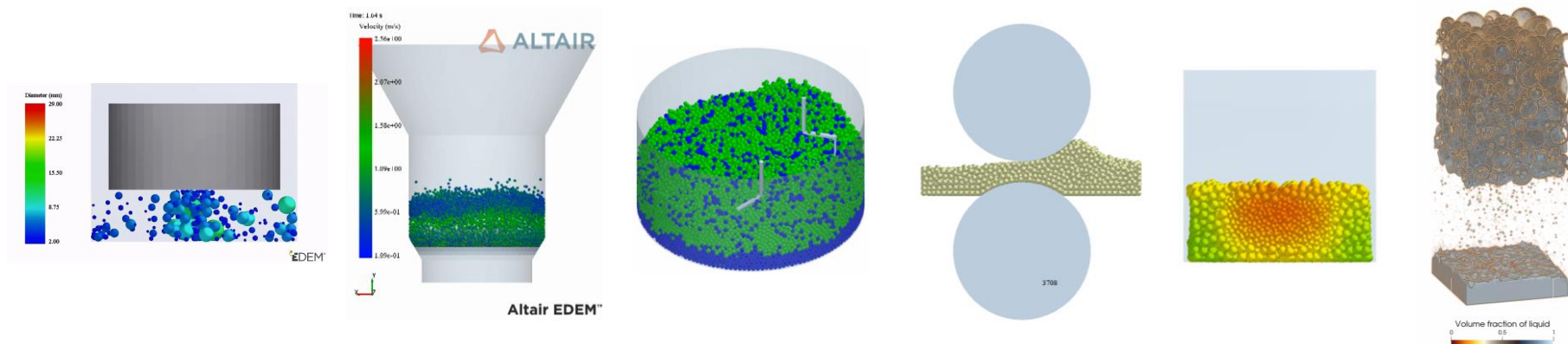
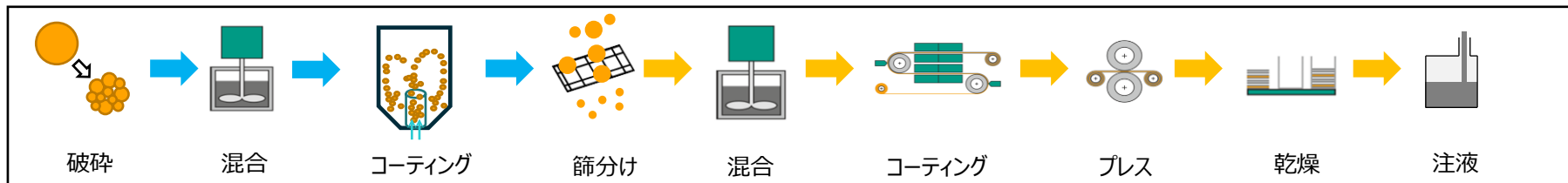
Pfizer社における利用例

- コンテナブレンダーによるミキシング
- ブレンダー内の可視化
- 傾斜角度の変更による効果をシミュレーション内で検証



バッテリー製造におけるEDEMの適用事例

各工程においてEDEMは活用することが可能

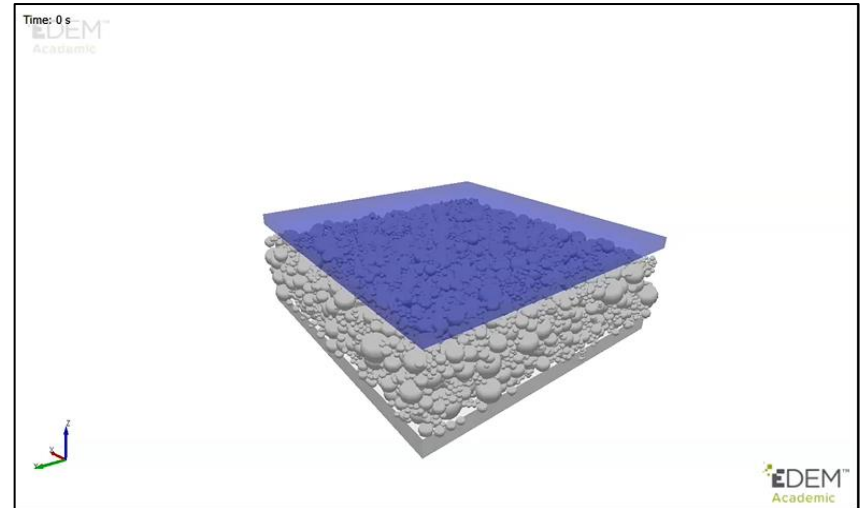
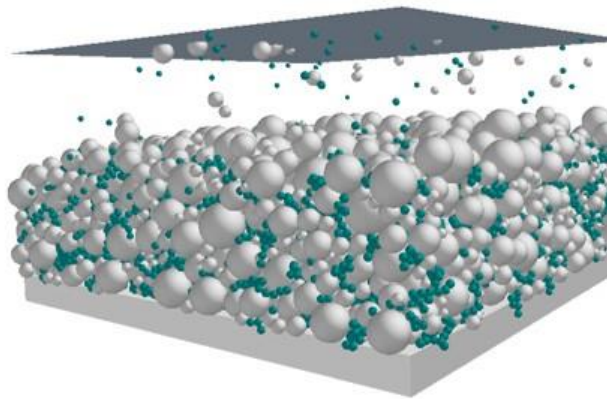


バッテリー製造におけるEDEMの適用事例(プレス)



ミュンヘン工科大学における利用例

- これまで実験のみで取り組んでいた検証にEDEMを適用
- EDEMで粒子生成し、プレートで押さえつける
- スプリングバックは許容



GPU計算機能

EDEMのGPU機能強化

「より多くの粒子をより早く」をスローガンに年々機能を強化

2006

- EDEM 1.0
をリリース

2008

- マルチコア並列計
算に対応

2012～2014

- 他ソフトウェアとのカ
ップリング機能強化

2016

- GPUソルバーを
開発

2018

- API GPU
- マルチGPU対
応

2019

- Altair
Engineering
に加入

2021

- CUDAソルバーを
リリース



GPUによる計算高速化

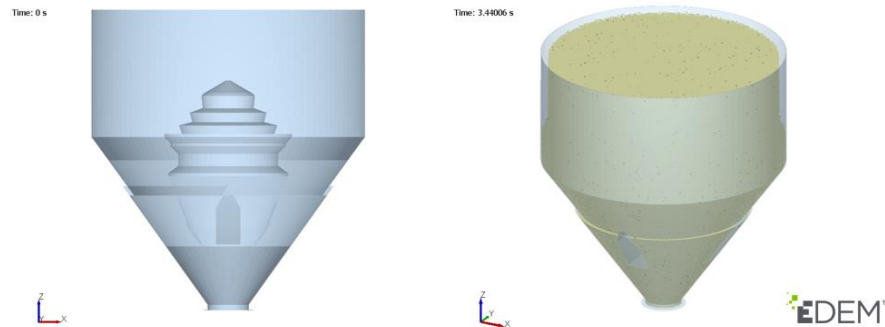
GPUを活用することによって高速に計算を行うことが可能

- ボードの性能向上によってさらに高速に
- 粒子数が増えるほど効果を感じやすい

GPUによる計算高速例

サイロの粒子排出計算におけるGPU活用例

- 粒子数1100万粒子(計算点3300万粒子)の計算
- CPUで計算すると数週間かかってしまう計算
- GPUで計算すると70時間で可能

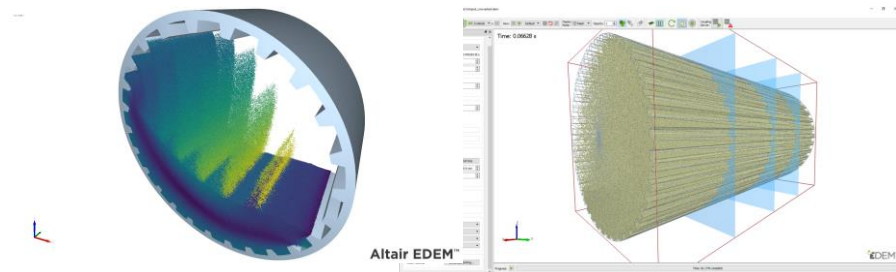


EDEMのGPU機能強化

GPUソルバーは年々機能が向上

- 適用範囲の拡大
 - 複雑な接触モデルへの適用
 - カスタマイズ(API)
 - 粒子生成
- 複数枚での計算(Multi-GPU)

Time: 0 s



2000万粒子に対するMulti-GPU適用例

GOOGLE CLOUDでの検証

Google Cloudとのコラボレーション

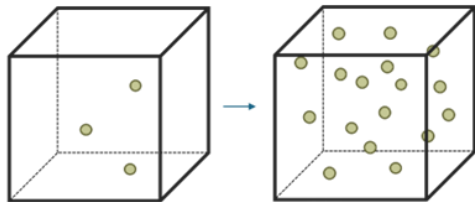
Google Cloud A3VM上でEDEMの動作検証

- Nvidia H100 GPUを8基と最新CPUを組み合わせ、大規模シミュレーションが可能に
- 10億個を越える粒子数の計算可能性検証

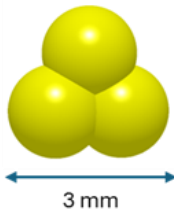
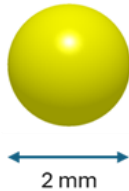
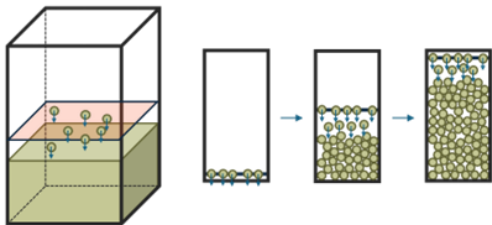
2つのケースにおける検証を実施

- 粒子を生成させ、粒子同士は接触しないケース
- 粒子を生成して容器に充填するケース (一般的な産業利用に近いケース)
- それぞれ単一球粒子、複数球粒子で実施

Scenario 1: Floating particles



Scenario 2: Filling test

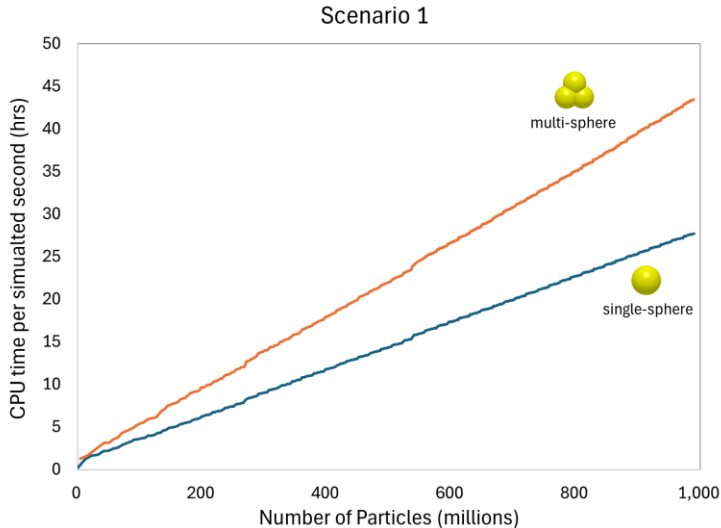
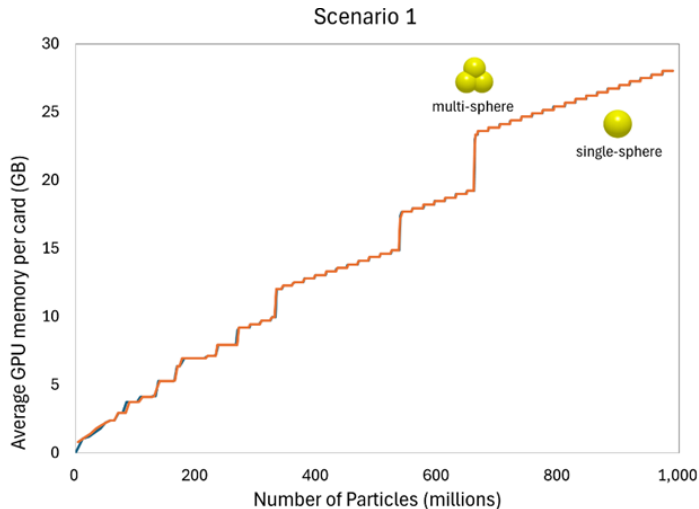
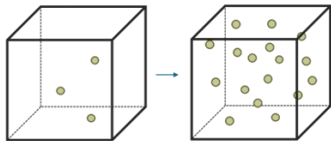


ケース1 粒子の接触を伴わない計算

10億個粒子の計算を実施

- 粒子形状差によるメモリ使用量には変化無し
- 計算時間は複数球粒子が単一球よりも60%以上増加する

Scenario 1: Floating particles



使用GPUメモリ (青線:単一球、橙線 : 複数球)
形状差はなく、粒子数増加でメモリ使用は線形に増加

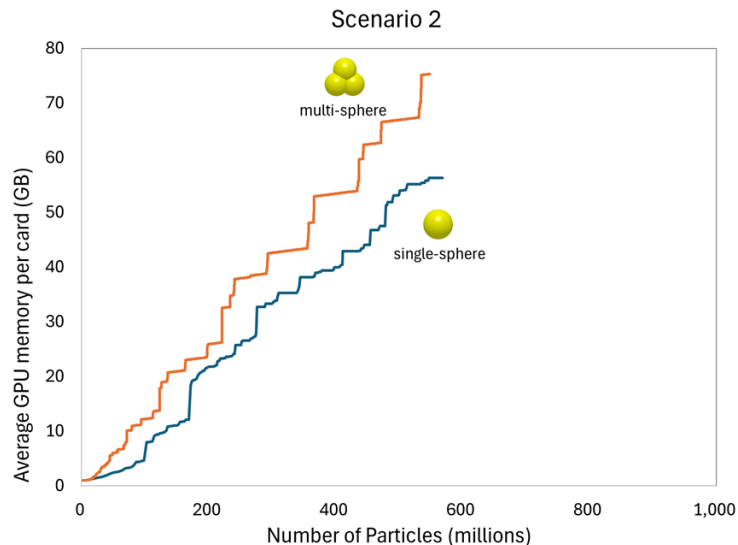
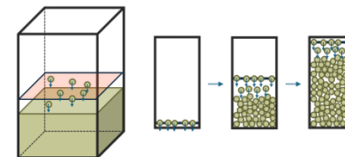
計算時間 (青線:単一球、橙線 : 複数球)
複数球粒子のほうが計算点が多いため時間は増加する

ケース2 粒子の接触を伴う計算

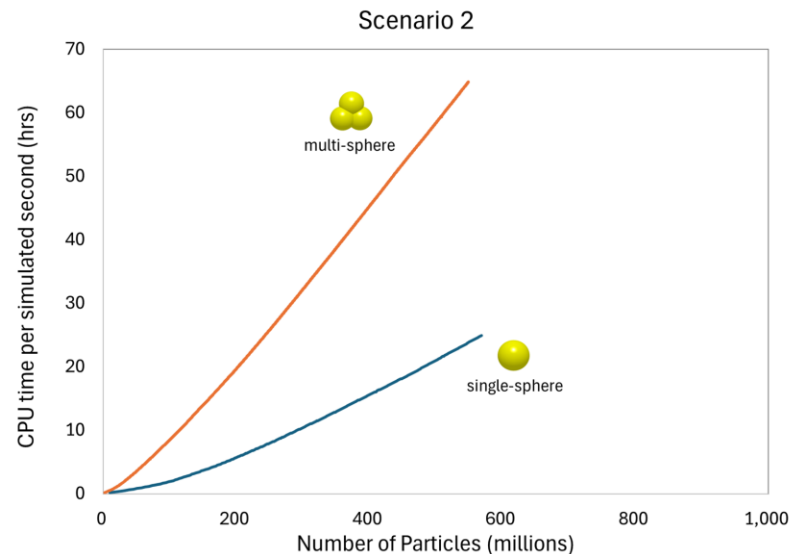
億を越える粒子による大規模計算に必要な能力を見積もるためのデータを取得

- 粒子同士の接触を計算するため、ケースと比べて2.7倍の計算コストがかかる
- 複数球粒子は単一球粒子と比べると他粒子と接触点が多いため、より増加する

Scenario 2: Filling test



使用GPUメモリ (青線:単一球、橙線:複数球)
ケース1と異なり形状差が発生する

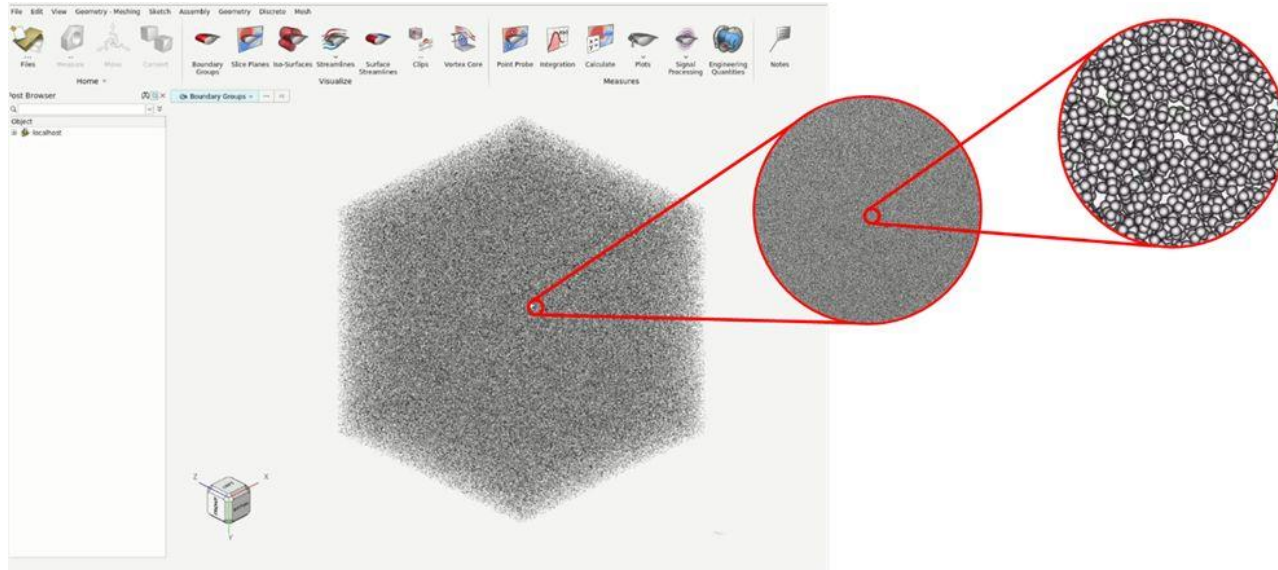


計算時間 (青線:単一球、橙線:複数球)
ケース1よりも形状による計算コスト差がより顕著に

粒子の可視化

大量の粒子は計算できたとしても結果処理や可視化が課題となる

->可視化ツールの開発と特殊な処理を組み合わせることで可視化を達成



ケース1・10億粒子の可視化

おわりに

- 近年の粒子計算のニーズはより大規模化している
- EDEMはGPUを活用することによってより多くの粒子をより高速に計算することが可能
 - ハードウェアの性能向上に伴い、より多くの効果が期待できる
 - Multi GPUの活用によってさらに広い範囲まで適用できる
- ソルバーもバージョンアップ毎に様々な機能が拡充し、基本性能も向上している
 - より高速になり、またGPUの性能を利用した新しい機能の追加もある
- **EDEMの計算においてGPUは必須と言っても過言ではない**

EDEM-Google cloudに関する参照先

Google Cloud Blog

HPC

Altair EDEM on Google Cloud: Breaking the billion-particle barrier

March 28, 2024

Dr. Carlos Labra

Director, EDEM Product Simulation

Annie Ma-Weaver

Group Product Manager, Google Cloud HPC

Simulating how bulk and granular materials interact with equipment, containers, and one another is a critical capability for industrial, manufacturing, and life science organizations. The larger these simulations, the more accurate they become, decreasing the time and expense companies must spend iterating designs and prototypes. Altair and Google Cloud recently collaborated to see how large a simulation they could produce using [Altair® EDEM™](#) on a single Google Cloud virtual machine. The results were groundbreaking.

GPUs power EDEM simulations

Altair EDEM is a high-performance software application for bulk and granular material simulation. Powered by discrete element method (DEM) calculations, EDEM quickly and accurately simulates and

Altair Community Post

Breaking the Billion-Particle Simulation Barrier with Altair EDEM

作成者 : **Carlos Labra**

作成日時 3 か月前 (編集済み 2 か月前) 次の値のいずれか Altair Products

Simulating how bulk and granular materials interact with equipment, containers, and one another is a critical capability for industrial, manufacturing, and life science organizations. The larger these simulations, the more accurate they become, decreasing the time and expense companies must spend iterating designs and prototypes.

Altair and Google Cloud recently collaborated to see how large a simulation they could produce using Altair® EDEM™ on a single Google Cloud virtual machine.

The challenge

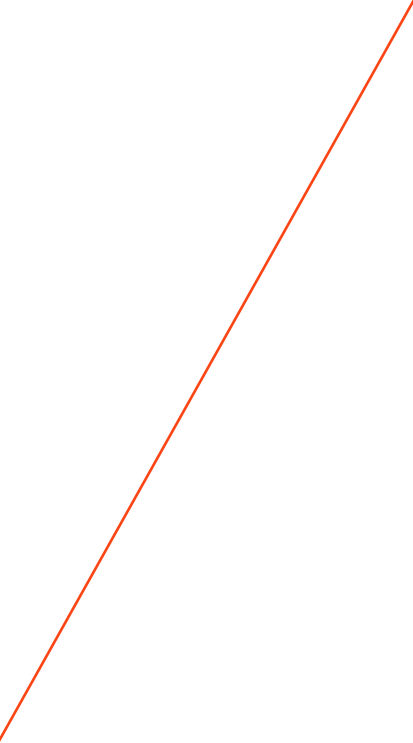
Physical testing of equipment and materials can be both costly and time-consuming. Engineering companies often build virtual testing environments to help mitigate these costs using tools like Altair's EDEM software application. It provides engineers with detailed insights into the dynamics of systems that are difficult to study experimentally, especially when dealing with large numbers of particles and complex interactions. By testing and modifying designs virtually, engineers can reduce the need for extensive physical prototyping, which can save both time and money.

Discrete Element Method (DEM) simulations can also be computationally demanding. The more particles that are simulated, the higher the computational resources required. More particles can result in higher resolutions and more accurate representations of the physical behaviour of the material being simulated, but they will require immense amounts of raw computing and memory provided by the underlying infrastructure.

https://community.altair.com/community?id=community_blog&sys_id=1a6cd11e97558e50e3b0361e6253af60



21 <https://cloud.google.com/blog/topics/hpc/altair-runs-large-dem-simulation-on-a3-vms-and-h100-gpus/?hl=en>



THANK YOU

altair.com



#ONLYFORWARD