

# 数値流体解析技術

## Computational Fluid Dynamics

### 1 はじめに

数値流体解析(以降,“流体解析”と記載)は,流動が関連するプロセスを計算機上でシミュレーションし,可視化,解析する手段の一つとして,ものづくりの企画から開発,設計,操業に至るあらゆるフェーズで活用されています。また,流動の評価に加え,伝熱や反応,構造解析など他の解析技術と組み合わせて複雑な現象を取り扱うことも可能です。

本稿では,解析事例を通して,当社が保有する流体解析技術の一部を紹介します。

### 2 流体解析

#### 2.1 気流解析

図1は,計算機が複数設置されたオフィスルーム内の温度場を計算した事例です。計算機からの排熱,エアコンの吸排気,窓を通しての日射,照明や人体による発熱を考慮することで,高い精度で評価することが可能です。同様の解析技術は,粉塵が発生する工場建屋の換気性能評価や暑熱対策検討にも適用しています。

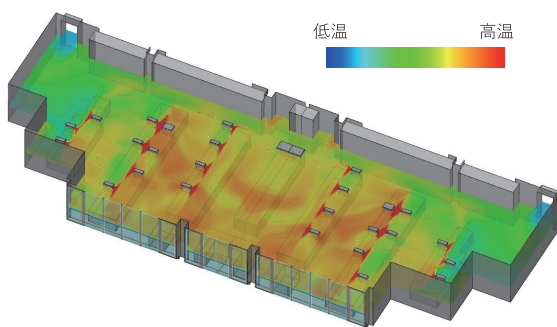


図1 オフィスルーム内の温度分布

図2は,都市部における外気流れを評価した事例で,上流側の建物から放出されたガスの拡散挙動を示しています。LES(Large Eddy Simulation)を適用することで過渡的な乱流構造まで評価することが出来ます。

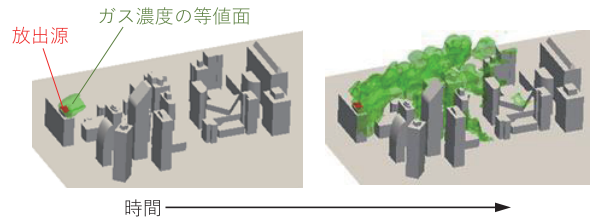


図2 ガスの拡散挙動

#### 2.2 燃焼解析

当社が提供する商品(製鉄,環境プラント他)には燃焼を用いたプロセスが多く,燃焼炉設計やバーナーの性能評価のため流体解析を用いています。図3は,バーナー付近の燃焼場を評価した解析事例です。詳細な燃焼反応メカニズムを考慮することで,温度場,濃度場を高い精度で評価することが可能です。燃焼解析はNO<sub>x</sub>発生量の予測にも適用しています。

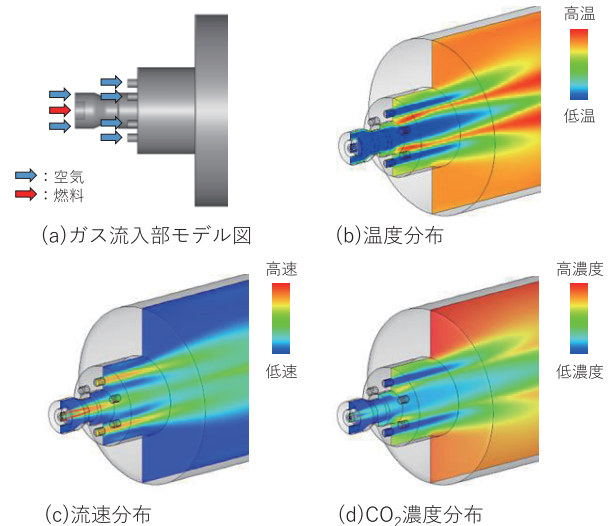


図3 バーナー燃焼解析

#### 2.3 混相流解析

固体,液体,気体が混在する混相流には様々な解析手法があり,現象に応じて適切な手法を適用しています。図4は攪拌槽の解析事例です。槽内の攪拌状況だけでなく,槽内に吹き込む気泡の挙動や化学反応を考慮することも可能です。

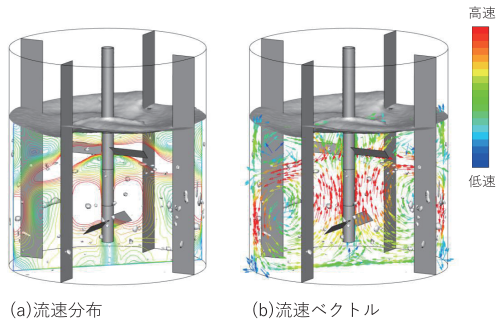


図4 攪拌槽流動解析

図5は、高温ガス中に水を噴霧し、水の顕熱と蒸発潜熱によってガスを冷却する装置の解析事例です。装置内で水滴の蒸発が完了するか、蒸発前の水滴が壁面に付着しないか、といったことを評価しています。同様の計算手法を用いて、ガスや液体に含まれる粉体の挙動を評価することも可能です。摩擦しやすい領域の推定などに適用しています。

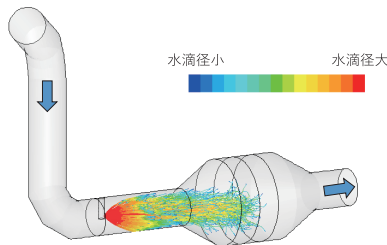


図5 噴霧した水の飛跡

## 2.4 プロセス解析

ガス処理プラント全体など、大規模なプロセス解析では、計算が高速な1次元のプロセスシミュレータを適用しています。開発中で実績が無い設備や複雑なプロセスの設備を対象とした解析では、予め3次元解析を行い、得られた結果を基に次元縮退モデル(ROM, Reduced Order Model)を作成し、1次元モデルに適用することで、3次元解析と同等の精度で評価することが可能です。

## ③ 連成解析

流体は多くのプロセスで主要なファクターとなるため、構造解析や粉粒体解析など、他の解析技術と連成して計算することがあります。流体解析結果を条件とした熱応力解析や強度解析、流体力による粉体の飛散解析はその一例です。

図6は、粒子の乾燥や分級、造粒に用いられる流動層の解析事例です。流動層では、下からガスを吹込み、内部の粒子が浮遊することで激しく攪拌されます。この現象を流体解析と粉粒体解析(D

iscrete Element Method)を連成計算することで再現しています。初期に高温だった粒子が低温のガスによって徐々に冷却されている様子が分かります。また、温度の低下とともにガス流速が低下し、粒子の浮遊高さも低くなることが示されています。

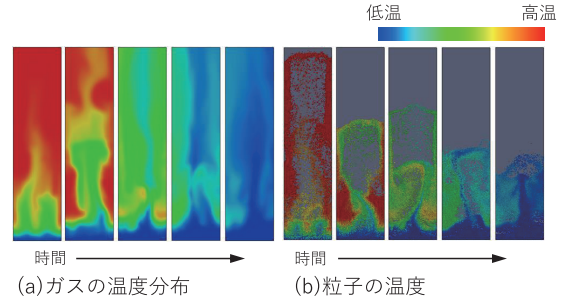


図6 ガスと粒子の温度変化

図7は、開水路中の柱に作用する流体力を評価した事例です。流体の挙動を粒子法(SPH, Smoothed Particle Hydrodynamics)で、流体中に混在している粗大粒子の挙動をDEMで計算しています。本計算ではGPU(Graphics Processing Unit)を使用しており、格子法を用いた同等精度の計算と比べて数倍以上高速化しています。

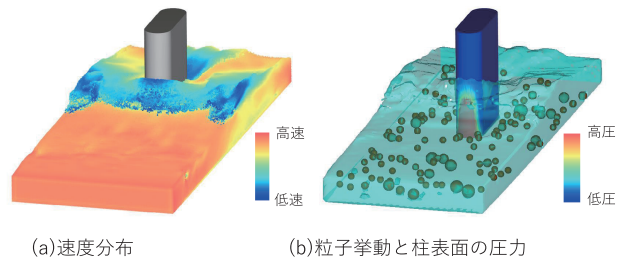


図7 開水路の流動解析

## ④ おわりに

本項では、流体解析技術について紹介しました。近年では計算機の能力向上により、以前は計算に長時間を要していた詳細な乱流挙動評価や高精度燃焼解析等の大規模解析を実用的な時間で行うことが可能となりました。一方、シミュレーション最適化技術を用いた検討の効率化、測定データも活用したデータ同化技術による精度向上など、数値解析技術の高度化にも取り組んでいます。

お問い合わせ先  
デジタル・トランスフォーメーションセンター  
CAEソリューション部

TEL (093)588-7240