

ディーゼル燃焼チーム クラスター大学(11) (グループ3)

神戸大学大学院 システム情報学研究科
堀 司



冷却損失低減法の数値実証 –ディーゼル燃焼用の高速コード確立–

背景

提案した噴霧制御による冷却損失低減コンセプトの数値実証が必要
既存コードの場合、モデル精度の向上で計算コストが増大。実用時間で計算が終了しない。

研究方法

大規模並列計算による高速化、MPI開発が容易、格子生成が簡単な三次元コードを構築し、冷却損失低減コンセプトの数値実証に活用する。

計算コード

OpenFOAMに機能を追加

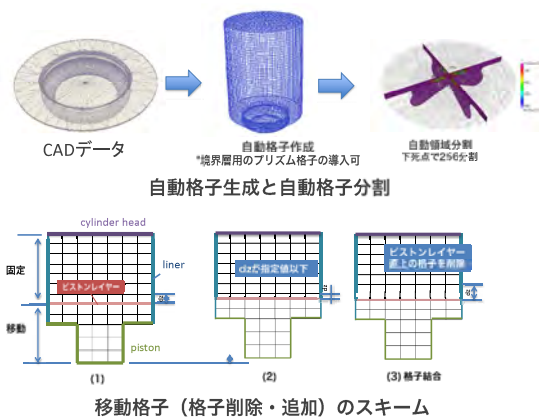
(MPI最適化、噴霧モデル、壁面熱伝達モデル、移動格子、平衡反応計算、セクター格子など)
オブジェクト指向のC++により、コード可読性、汎用性改善
自動格子生成プロセスを構築し、任意の燃焼室形状に対応
移動格子のMPI対応による計算時間削減 *セクター格子はMPI未対応

```
fvVectorMatrix UEqn
(
    fv::div(phi, U)
    + fvm::div(phi, U)
    + turbulence->divDevRhoReff(u)
    ==
    rho.dimensionsedInternalField(*g
    + parcels.Si(U)
    + fvOptions(rho, U)
);
UEqn.relax();
fvOptions.constrain(UEqn);
if (pimple.momentumPredictor())
{
    solve(UEqn == -fvc::grad(p));
    fvOptions.correct(U);
    K = @.S*magSqr(U);
}
}
```

C++のコード例

コードのモデル一覧

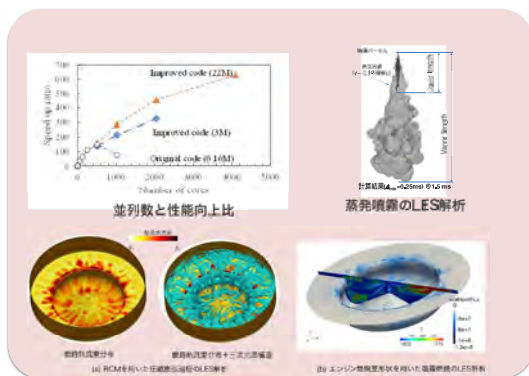
コード	OpenFOAM 2.4.0
計算手法	***自由境界法 (自由境界格子法)、***コラット格子、***定常***
乱流モデル	RANS LES
乱流モデル	RNG-kr WALE GDM, one-Eq
境界条件	wb, Spading
燃焼	詳細反応機構、平衡計算 (*Carman等)...
ODEソルバー	SIBS, seux
反応機構	ERC(C7), KUWAHARA(C12)
離散化	DOM (Discrete Droplet Method)
分割	KHRT, TAB, WAVE-MTAB
噴霧形成	Spalding + Boiling
噴霧解法	Ranz and Marshall
壁面熱伝達	Han and Reitz
移動格子	モーフィング, Cell layer addition and removal
並列計算	領域分割法 + Flat-MPI (領域分割による高速化)
計算マシン	Mac book pro, workstation(CentOS), CRAY XE6



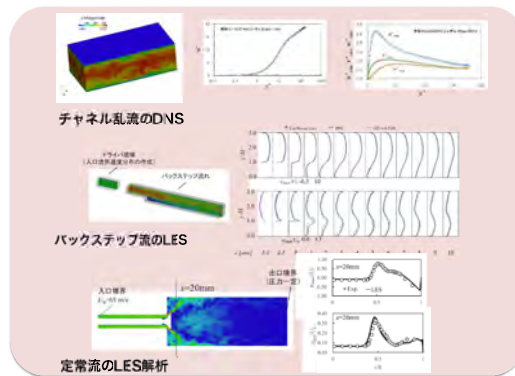
移動格子 (格子削除・追加) のスキーム

進捗状況

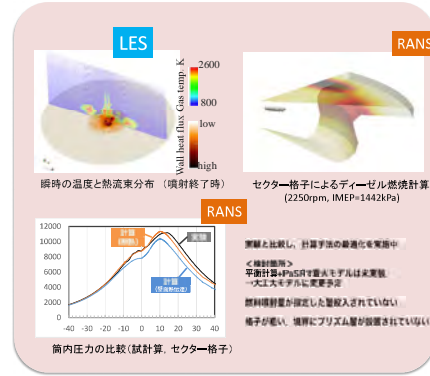
最大約650倍(4096並列)の高速化*。ディーゼルエンジンのLES計算(一段総括反応)は1~数日程度
基礎流れ場のDNS、LESを実施し、壁面近傍の流れ精度を確認
定容器・エンジンを対象に計算を実施中
*シリアル計算と比較した値



大規模並列計算による計算時間削減



基礎流れ場による壁面近傍の流れ精度検証



実験との比較検証

課題

詳細反応計算の計算時間削減とロバスト性改善 (ODEソルバー最適化)

今後の予定

燃焼コンセプトの数値実証、壁面近傍現象のモデリング