

爆轟現象の解明とその応用に関する研究

九州工業大学大学院工学研究院機械知能工学研究系 坪井伸幸

目的: 航空宇宙用次世代エンジンの性能評価や原子力発電所・化学プラントにおける可燃性ガスの漏洩時の安全性評価のために、水素爆発や爆轟(デトネーション)に関する数値解析を実施し、基礎現象を明らかにする。

内容: 水素/酸素予混合気に対する詳細化学反応モデルを使用して、3次元の非定常圧縮性粘性解析を行った。障害物を有する実スケールの閉鎖管内を伝播する火炎から爆轟への遷移の数値解析を行い、デトネーションへの遷移における格子解像度の影響を評価した。

結果: 詳細反応モデルを使用するが実用的な格子点数で実スケールの解析を可能とするために、Artificial Thickened Flame(ATF)法を用い、火炎から爆轟への遷移について格子解像度の影響を評価した。当量比1の酸素水素予混合気で、初期圧力は70 kPa, 初期温度は300 Kである。対流項には2次精度のHLLC/LLF, 時間積分は2次精度の3段階TVDルンゲクッタ法, 粘性項は2次精度中心差分, 詳細反応モデルはUT-JAXAモデルでpoint implicit法で解いている。2次元では見られない障害物のコーナーから爆轟が発生する様子を捉えることができた。

利用した計算機: SX-Aurora
CPU時間: 約551ノード時間
使用メモリ: 43GB
ベクトル化率: 98%
並列化: MPI/OpenMP
ハイブリッド並列
(16 node, 160 core)

図1. 爆轟へ遷移する過程における密度勾配と温度の空間等値面(黄色)。爆轟は右前方へ伝播する。

