

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, 2次元および3次元の非定常圧縮性粘性解析を行った. 障害物を有する閉鎖管内の実スケール形状(RUT形状)を対象に, 火炎伝播の数値解析を行い, 2次元および3次元との比較や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, 火炎加速機構について格子解像度の影響を評価した. 水素濃度14%の水素/空気予混合気で, 初期圧力は100 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. 3次元は2次元より火炎加速が顕著に現れることが確認できた.

利用した計算機: 汎用CPU(SQUID)
CPU時間: 約1700ノード時間
使用メモリ: 100GB/node
並列化: MPI/OpenMP
ハイブリッド並列
(16 node, 1216 core)

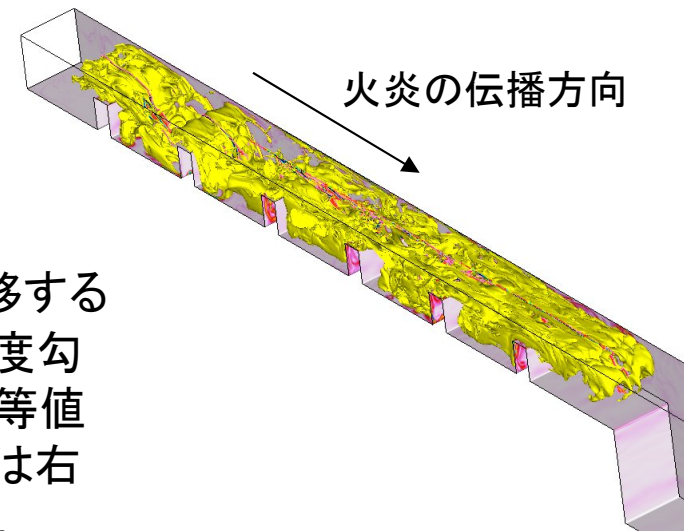


図1. 爆轟へ遷移する過程における密度勾配と温度の空間等値面(黄色). 爆轟は右前方へ伝播する.