燃焼反応流体シミュレーションの新たな展開

―詳細反応機構の適用を可能にする高効率解析手法の提案―

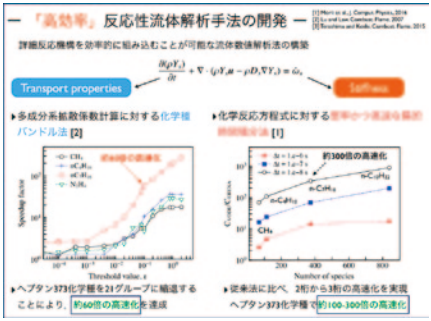
大学院工学研究院　機械宇宙工学部門

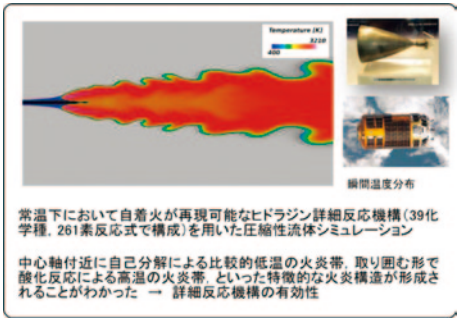
寺島　洋史 准教授　Hiroshi Terashima　　博士（工学）

数百化学種、数千化学反応オーダーから成る炭化水素系燃料のような大規模詳細反応機構を効率的に熱流体シミュレーションに組込む数値解析技術を提案しています。

■研究の内容

これまでの熱流体（CFD）解析における化学反応現象は、計算負荷や解析技術の欠如から、数個の化学種や反応式から成る総括反応モデルや無限に速い反応を仮定することにより、簡素にモデル化されてきました。一方で、化学反応と流体現象の相互作用が重要となる場合、例えば、自動車エンジンにおける着火タイミングをはじめとした非定常現象予測や超希薄燃焼など極限的な条件では、簡素モデルの適用は困難となります。我々の研究グループでは、CFD 解析における詳細反応機構適用の問題点を解決してきました。提案手法は、化学反応方程式の計算時間を大幅に短縮可能な時間積分法（ERENA）と類似化学種をまとめる化学種バンドル法から構成されます。条件に依りますが、従来から使用されてきた手法に対して、精度を維持しつつ、2 桁から 3 桁の高速化を可能にしています。





詳細反応機構／流体解析によるヒドラジン同軸噴流火炎解析例

■応用例

- 燃焼流れ全般
- 自動車エンジンのノッキング現象
- 液体ロケットエンジン燃焼流れ
- 宇宙機衛星ヒドラジン燃焼流れ
- 高圧タンク水素漏洩自着火現象

■産業界へのアピールポイント

これまで困難であった詳細化学反応機構と CFD 解析との融合を推し進め、引続き、手法開発や適用を続けております。本解析技術が、現象理解や設計開発に役立つことを期待しています。解析技術の一部は、プログラムサブルーチンとして提供されており、誰でも使うことが可能です。

北海道大学大学院工学研究院　機械宇宙工学部門　計算流体工学研究室

研究室ホームページ：http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/fluid/

※お問い合わせは 北海道大学 産学・地域協働推進機構まで（最終ページ参照）