

解適合格子法を用いた燃焼流の数値研究

報告書番号 : R19JACA35

利用分野 : JSS2 大学共同利用

URL : <https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2019/11414/>

● 責任者

Edyta Dzieminska, 上智大学

● 問い合わせ先

唐 新猛, 上智大学(simondonxq@gmail.com)

● メンバ

Edyta Dzieminska, 林 光一, 唐 新猛, 小井土 渉

● 事業概要

本研究は、種々の複雑な工学的事例に対して、燃焼やデトネーションの問題を一般曲線座標システムを使った柔軟で、効率の良い、精度の良い、また適合性の良い詳細化学反応システムを備えた3次元プログラムを開発することです。このプログラムによって、燃焼流(特に酸水素混合気体などの燃焼)を数値的に解適合格子法によりシミュレートし、燃焼の特性、火炎伝播、デトネーションならびにデフラグレーションからデトネーションへの遷移(DDT)などの詳細をさらに理解することです。そうすることにより、さらに燃焼流の基礎的な構造を明らかにできるわけです。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

燃焼流の2次元及び3次元モデルでの数値計算は多大なCPUコストを必要とするため、MPIやスーパーコンピュータの使用が必要不可欠である。また、計算の時間刻みは高い局所音速から生じる高圧力のため通常小さい値となり、その値は1から1/10ナノ秒の範囲となる。その一方でAMRを用いても高解像度の結果を得るためには多くの格子数が必要となる。これらの理由から2次元及び3次元の大規模な計算となる。したがって、本研究ではスーパーコンピュータの利用が必要不可欠であり、利用無しでは有効なCFD結果を得ることが出来ない

● 今年度の成果

1. 波の速度の3つの関係性の数値解析。これらの3つの関係性はデフラグレーションからデトネーション遷移の状態である。これらはデトネーション波に由来するものである。
2. 解適合格子法は、複雑な非四面体形状のモデルのシミュレーションを行うために一般曲線座標系を組み込みました。

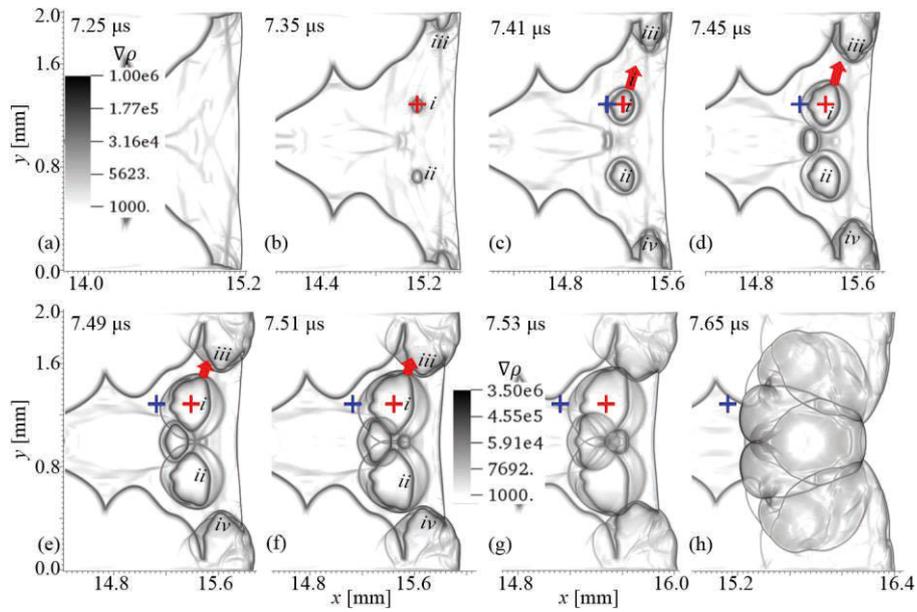


図 1: 熱点からデトネーションを引き起こすまでの DDT 過程の主要な連鎖.

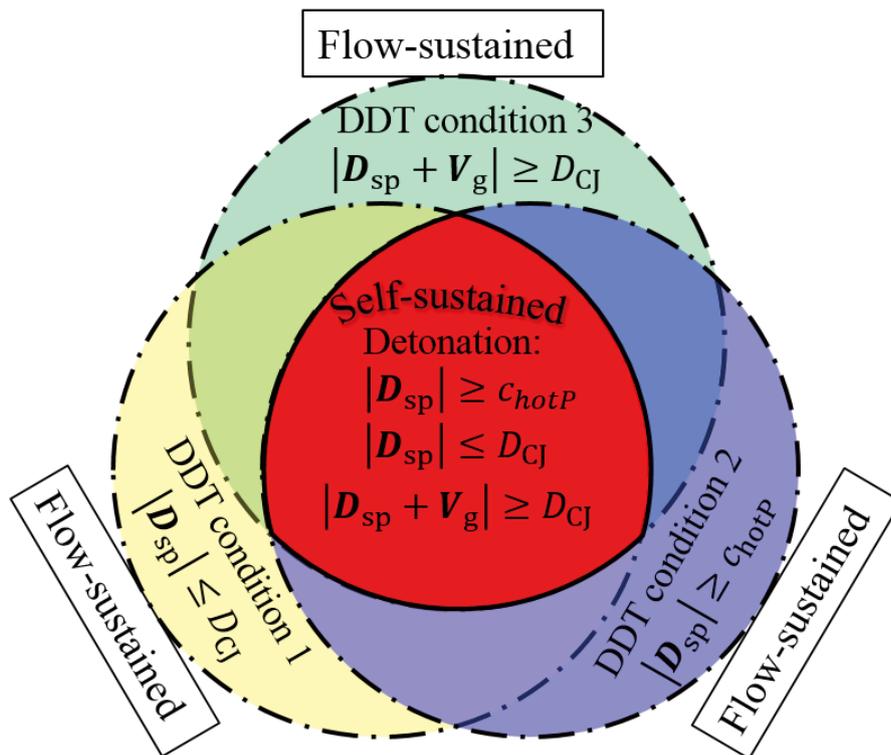


図 2: DDT の起爆過程に必要な条件である自発的な反応波の 3 つの流れと持続の関係性. これらはデトネーションに引き継がれ, 自己持続する.

● 成果の公表

なし

● JSS2 利用状況

● 計算情報

プロセス並列手法	MPI
スレッド並列手法	自動並列
プロセス並列数	32 - 320
1 ケースあたりの経過時間	500 時間

● 利用量

総資源に占める利用割合^{※1} (%) : 0.02

内訳

計算資源		
計算システム名	コア時間(コア・h)	資源の利用割合 ^{※2} (%)
SORA-MA	167,787.60	0.02
SORA-PP	3,817.08	0.02
SORA-LM	5.58	0.00
SORA-TPP	0.00	0.00

ファイルシステム資源		
ファイルシステム名	ストレージ割当量(GiB)	資源の利用割合 ^{※2} (%)
/home	19.07	0.02
/data	190.73	0.00
/ltmp	3,906.25	0.33

アーカイバ資源		
アーカイバシステム名	利用量(TiB)	資源の利用割合 ^{※2} (%)
J-SPACE	0.00	0.00

※1 総資源に占める利用割合 : 3つの資源(計算,ファイルシステム,アーカイバ)の利用割合の加重平均

※2 資源の利用割合 : 対象資源一年間の総利用量に対する利用割合