

課題名： 多次元多変量光学計測と超並列GPU-DNSによる高圧乱流燃焼機構の解明と高度応用

氏名： 店橋護

機関名： 東京工業大学

1. 研究の背景

我が国の一次エネルギー供給の約85%は化石燃料の燃焼が担っている。太陽光、風力、バイオマス等の自然エネルギーの有効利用技術の確立は、化石燃料依存からの脱却に必要不可欠であるが、それらから獲得できるエネルギー量が我が国のエネルギー需要を満たすようになるには長い年月が必要とされる。このため、各種燃焼器には更なる高効率化と低環境負荷化が求められている。多くの実用燃焼器内の流れは化学反応と乱流による熱物質輸送が混在した複雑な乱流燃焼状態にあるが、理論的、実験的及び数値的取り扱いの困難さから、実用燃焼器のような高圧力環境下の乱流燃焼機構には、未解明な点が多く残されている。一方、化石燃料の枯渇懸念とCO₂排出量の低減の観点から、自然由来代替燃料の有効利用が望まれており、これは燃料組成の異なる代替燃料の燃焼特性の解明とそれを予測する新たな化学反応機構の構築という新たな研究展開が必要である。

2. 研究の目標

実用燃焼器の更なる高効率化と低環境負荷化を目指して、世界最先端の実験的・数値的研究手法を用いて、高圧乱流燃焼機構、自然由来代替燃料の乱流燃焼特性及びマイクロ・ガスタービンやHCCIエンジン等の新型燃焼器における乱流燃焼特性等を解明する。

3. 研究の特色

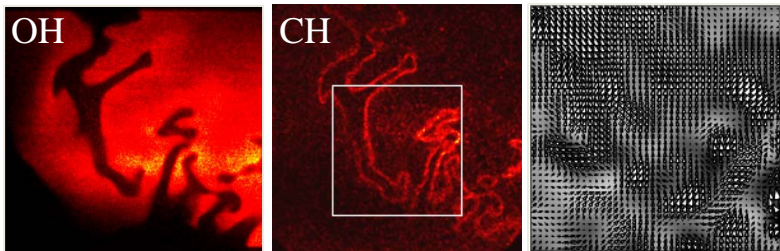
複数の燃焼生成物濃度と速度の同時・時系列計測法等の多次元多変量光学計測及び膨大な数のGPU(画像演算処理装置)を用いた計算技術と融合した大規模直接数値計算技術等の世界最先端の実験的・数値的研究手法を用いて、高圧乱流火炎構造、代替燃料の乱流燃焼特性、壁面近傍の乱流燃焼特性と熱損失特性等を明らかにする。また、高効率・低環境負荷実用燃焼器の設計に有効な乱流燃焼シミュレータの開発も併せて行う。

4. 将来的に期待される効果や応用分野

実用燃焼器の更なる高効率化と低環境負荷化、自然由来代替燃料の有効利用及び新燃焼技術の確立は、中長期的な地球・都市環境問題の解決に大きく寄与し、我が国のCO₂排出量の低減やアジア諸国等への技術移転によるCO₂排出権獲得など、グリーン・イノベーションの推進に寄与する。

高圧乱流燃焼技術とその高度応用

◆ 多次元多変量光学計測



高圧力条件 → 高レイノルズ数
乱流火炎の階層構造
・高圧乱流燃焼機構の解明

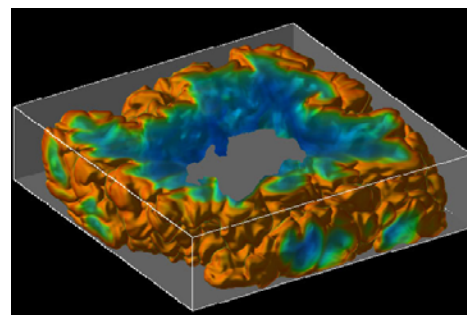
◆ 自然由来代替燃料

TR0E/	575/	237.00	1652.00	5069.00/	1.000E+13	.000	.00
H2/2.00/	H2O/6.00/	CH4/2.00/	CO/1.50/	CO2/2.00/	C2H6/3.00/	AR/.70/	
CH+CO2<=>	HCO+CO				3.400E+12	.000	690.00
CH+CH2<=>	H+CH2O				3.460E+13	.000	-515.00
CH+HCO<=>	H+CO				2.900E+13	.000	.00
CH2+O2<=>	H+H2O				1500.00		
CH2+H2<=>	H+H2				2.900E+05	2.000	7230.00
2CH2<=>	H2+CH2				.000		
CH2+CH<=>	H+CH3				2.000E+06	2.000	4510.00
CH2+CO<=>	H+CO				2.000E+13	.000	.00
LOW							
TR0E/	590/	2.690	2.690	2.690	2.690	2.690	2.690
H2/2.00/	H2O/6.00/	CH4/2.00/	CO/1.50/	CO2/2.00/	C2H6/3.00/	AR/.70/	
CH2+HCO<=>	H+CO				1.200E+13	.000	.00
CH2(S)+N2<=>	CH2(S)+N2				7.000E+13	.000	.00
CH2(S)+AR<=>	CH2(S)+AR				2.000E+13	.000	.00
CH2(S)+O2<=>	H+OH+CO				2.860E+13	.000	.00
CH2(S)+O2<=>	CO+H2O				1.200E+13	.000	.00
CH2(S)+H2<=>	CH3+H				7.000E+13	.000	.00
CH2(S)+H2O(+M)<=>	CH3OH(+M)				2.000E+13	.000	.00

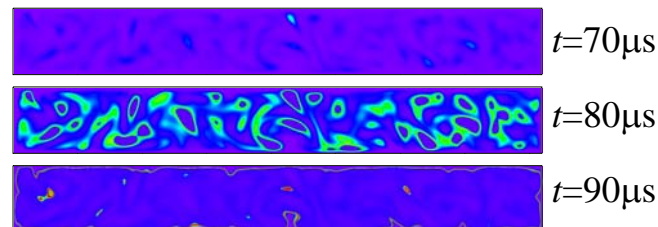
バイオ・メタノール
バイオ・エタノール等
・化学反応機構の解明
・乱流燃焼特性の解明

◆ 新燃焼技術

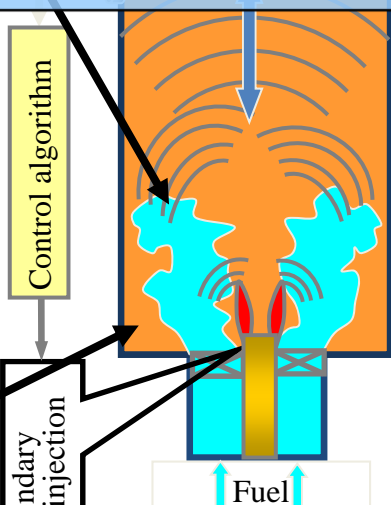
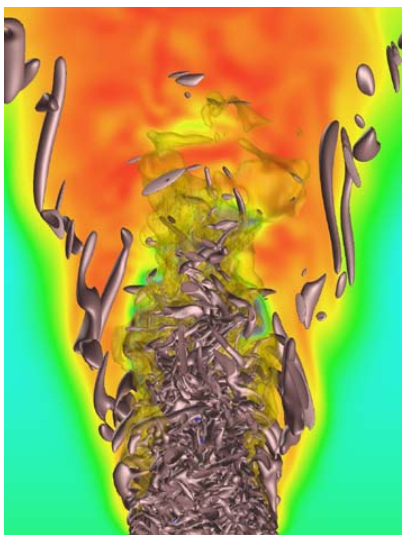
・マイクロ燃焼器



・HCCIエンジン



◆ 超並列GPU-DNS



◆ ガスタービン、ICエンジン等の高圧力乱流燃焼場