

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		時空間マルチスケール流動に探る、高速乱流燃焼現象の非線形相互物理リンク機構解明			
研究テーマ (欧文) AZ		Nonlinear physical link mechanism of high-speed turbulent combustion: a study using spatiotemporal multi-scale flow concept			
研究氏 代表 者	カナ CC	姓)カワイ	名)ソウシ	研究期間 B	2007 ~ 2009 年
	漢字 CB	河合	宗司	報告年度 YR	2009 年
	ローマ字 CZ	Kawai	Soshi	研究機関名	Stanford University
研究代表者 CD 所属機関・職名		Stanford University, Center for Turbulence Research, Postdoctoral Fellow			
<p>概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)</p> <p>高速での飛翔を目指す、次世代航空輸送機の燃焼機器開発を実現させる為には、高速気流中での乱流、混合、燃焼がどう相互作用し、流動を形成しているかを詳細に把握する必要がある。本申請研究では、数値シミュレーションを用いて、この流動物理に対し、時間・空間のスケール軸に沿って混在する異なる流動スケール(マクロな流動、乱流渦レベルのミクロな流動、化学反応レベルのミクロな流動)に焦点を当て、各スケール間を支配する「ミクロな流動」メカニズムとその「マクロな場」へ与える影響の律則を明らかにすることを目的として研究を進めた。</p> <p>研究はまず、時空間に発達するミクロな流動を正確にシミュレートすることを可能にするため、衝撃波や化学種間の不連続と乱流を精度良く同時に扱うことを可能とする高次精度数値シミュレーションスキームの開発と検証を行った。検証により開発した本スキームが衝撃波、化学種及び燃焼面の数値的不連続を捕獲しつつ、同時に広範囲の波数領域まで圧縮性乱流成分を精度良くシミュレートすることが可能であることを示した。</p> <p>次に開発したスキームを用い、高速気流中での不足膨張音速ジェットの混合の数値シミュレーション(large-eddy simulation)を行い、得られた時空間に発達する流れの非定常データより、時間・空間のスケール軸に沿って混在するスケール間を支配する流動メカニズムの解析を行った。本解析より、大規模に変形しマクロ流動に影響を与える気流中の衝撃波構造と乱流レベルのミクロ流動間の律則、ジェット境界から発達する乱流渦レベルのミクロ流動と混合メカニズム間の律則を明らかにした。また以上の成果をふまえ、高速乱流燃焼現象を解明することが最終目的であり、現在進行中である。</p> <p>本研究を行うにあたり、宇宙航空研究開発機構の JAXA Supercomputer System (JSS) および Stanford University の High Performance Computing Center を使用した。</p>					
キーワード FA	圧縮性乱流	Large-eddy simulation	乱流混合	乱流燃焼	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	Assessment of localized artificial diffusivity scheme for large-eddy simulation of compressible turbulent flows							
	著者名 <sup>GA</sup>	S. Kawai 他2名	雑誌名 <sup>GC</sup>	Journal of Computational Physics					
	ページ <sup>GF</sup>	1739-1762	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	0	巻号 <sup>GD</sup>	229
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	A high-resolution scheme for compressible multicomponent flows with shocks waves							
	著者名 <sup>GA</sup>	S. Kawai and H. Terashima	雑誌名 <sup>GC</sup>	International Journal for Numerical Methods in Fluids					
	ページ <sup>GF</sup>	掲載決定（印刷中）	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	~	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

欧文概要<sup>EZ</sup>

A high-order numerical scheme is developed in the context of large-eddy simulation (LES) to obtain insights into the nonlinear physical link mechanism between the macro flow, turbulence, mixing and combustion in a high-speed flow using spatiotemporal multi-scale flow concept. We first developed a high-order numerical scheme that can resolve the broadband scales in the flow while capturing different types of discontinuities, such as shock waves, contact surfaces and material discontinuities. The proposed numerical scheme shows significant improvements in the capability of the method for simulating compressible turbulent flows with the discontinuities. Using the proposed method, we conducted the LES of an under-expanded sonic jet injection into a supersonic turbulent crossflow. From the spatiotemporal data analyses, the flow mechanisms of the large-scale dynamics of shocks deformation and accompanies vortex formation that associate with the turbulent eddies and the jet mixing associated with the turbulent jet structures were elucidated. Base on the understandings of the flow physics further investigation to understand the mechanism of turbulent combustion in a high-speed flow is ongoing research. Computer time was provided by JAXA Supercomputer System (JSS) at JAXA and High Performance Computing Center (HPCC) at Stanford University.