

自由噴流の混合制御に関する数値シミュレーション

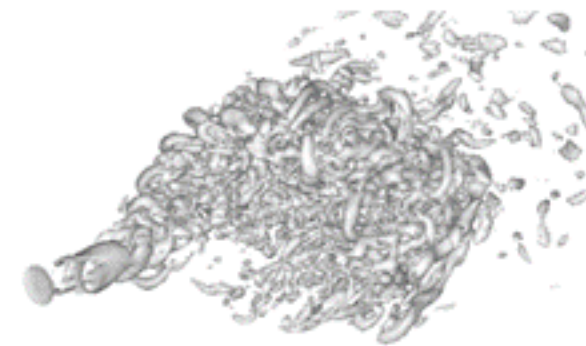
三重大学大学院工学研究科機械工学専攻 氏名 辻本公一

目的 工学機器において、混合、伝熱、化学反応等の促進のための基本的な手段として噴流が用いられている。本研究では高い混合性能を引き出す新しい噴流制御技術の創出を行う。

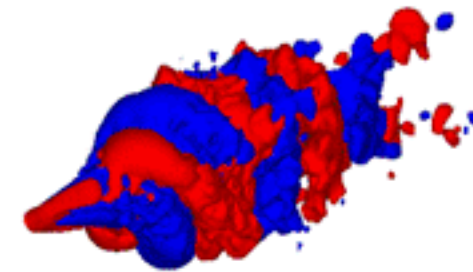
内容 DNS(Direct Numerical Simulation)により、制御する回転周波数の違いが及ぼす噴流の構造変化や、混合状態に対する影響を調査し、流動特性および混合特性を定量的、定性的に評価した。さらに、ベクトル制御噴流の動的挙動を調査するため、流れ場解析手法として注目されているDMD(Dynamic Mode Decomposition)法と、従来からの代表的な構造解析手法であるSnapshot POD(Proper Orthogonal Decomposition)法により、噴流構造の特性を解析した。

結果

- (1) 瞬時構造および平均特性より、回転周波数の変化に応じてHelical modeからEntangled modeへフローパターンが変化すること、いずれの場合も半径方向へ大きく拡散すること、下流側では発達した乱流状態へと移行することを明らかにした。
- (2) エンタインメント量およびエントロピーを用いた混合指標より、ベクトル制御は周囲流体の巻き込み量を大幅に増加させ、混合を著しく促進させること、Helical modeにおいて最も高い混合促進効果が得られることを明らかにした。
- (3) Snapshot POD法による解析結果から、上流部において周囲流体を巻き込む流れと混合を促進させる構造が形成されること、DMD法による解析結果から、噴流の制御周波数と対応するモードは、Snapshot POD法の1次モードと類似の構造を有する高いエネルギーモードを有すること、ベクトル制御によりこれらの高いエネルギーモードが直接的に誘起されることを明らかにした。



POD法で抽出された少数モードで再構成された噴流の渦構造の可視化結果



DMD法で抽出された主流方向速度の第1モードの可視化結果