

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

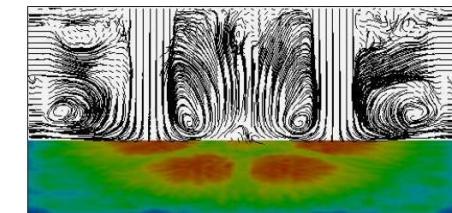
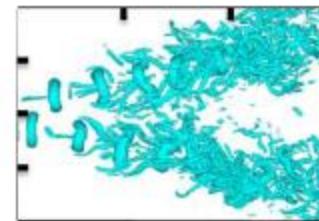
目的 工学機器において、混合、伝熱、化学反応等の促進のための基本的な手段として噴流が用いられている。本研究では高い混合・伝熱性能を引き出す新しい噴流制御技術の創出を行う。

内容 DNS(Direct Numerical Simulation)により、間欠的に噴出させた複数の自由噴流ならびに間欠制御された自由噴流を壁面に衝突させた衝突噴流、また、噴出角度を周期的に変化させた衝突噴流の制御を行い、伝熱特性を評価した。また、スリットを設け制御された液体噴流の微粒化における密度比の影響を調べた。

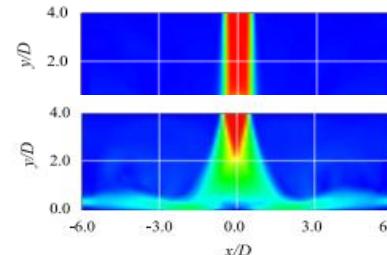
結果

(1) 間欠制御された多重衝突噴流の位相平均場

13本の多重衝突噴流を間欠的に噴出する制御の結果、噴流間に生じるよどみ領域での伝熱性能は制御を行ったすべての条件で向上する。位相平均場の解析から、制御パラメータに従って流れ場は大きく変化するが、衝突壁面上での高伝熱領域の発生は噴流による大規模構造の衝突に強く依存することを明らかにした。



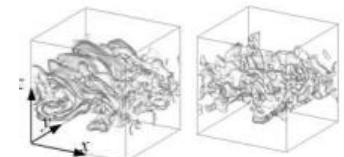
間欠制御された多重自由噴流の渦構造



間欠制御された多重衝突噴流の位相平均場(白黒:流線;カラー:衝突壁面上の温度分布)

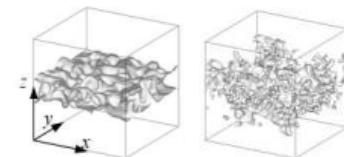
(2) 間欠制御された多重自由噴流のDNS

2本の自由噴流を間欠的に噴出させる制御を行った結果、間欠的な噴出に伴い強い渦輪が発生すること、噴流間距離が短い場合、この渦輪どうしの干渉が強くなり、噴出方向と直交する方向へ分岐することで著しい拡散が生じることを明らかにした。



(3) 噴出角度を周期的に変化させた衝突噴流のDNS

衝突噴流の噴出角度を周期的に変化させた結果、噴出角度が大きくなるにつれ、噴流の広がりが大きくなり、衝突点の中心に低速領域が発生し、同時に高伝熱領域が拡大することを明らかにした。



(4) 分割制御された液体噴流における密度比が流動特性に与える影響

スリットにより分割された平面液体自由噴流の特性は周囲流体との密度比によって異なり、最も低密度比の条件ではロール状の構造が見られなくなる。高密度比の条件では、せん断層が増加したことと起点となる乱れの発生が早まり、微粒化過程が促進されることを明らかにした。

利用した計算機
SQUID points 3170
HDD 4324GB
Vector node 3448

噴出角度を周期的に変化させた衝突噴流の平均速度(上:制御無;下:制御有)

平面液体自由噴流の液膜界面
(左:スリット無;右:スリット有
上:低密度比;下:高密度比)