

## 論文の内容の要旨

論文題目 Study on Chemically Reacting Liquid Round Free Jet Flow  
by Dynamic Visualization Techniques

(ダイナミック可視化技術による化学反応性噴流に関する研究)

氏 名 洪 性 大 (ホン ソン デ)

本実験研究はダイナミック可視化技術による化学反応性噴流に関する混合抑制現象を評価するために実施された。もし流体の流れが化学反応している所に存在するのであれば、化学反応はマクロやまたミクロスケールの現象を持ってよく見受けられる。しかしながら、今日までに化学反応が流体自身にどのように影響を与えているかはまだ明らかにされていない。化学反応は、ときどき流体に積極的に作用する、また消極的な様相を持ち、流れに重要な役割を果たしている。特に、ナトリウム - 水反応は、原子力発電での高速増殖炉 (FBR: Fast Breeder Reactor) の冷却系において正確に評価されるべきである。

化学反応によって引き起こされる混合抑制現象を評価するために、ダイナミック可視化システムを開発した。時間的・空間的な分解能を持った流れの可視化システム (カメラ、レーザー等) の開発なので、化学反応の遷移流れを正確に評価するために画像解析技術を改善すべきである。この博士論文では、化学反応している遷移流れの現象を実験的に評価することを目的としたダイナミック PIV (粒子画像流速測定法: Particle Image Velocimetry) と呼ばれる新しい PIV アルゴリズムを説明している。

乱流と化学反応との関係は、例えば、燃焼における噴流火炎、ナトリウム - 水反応、化学反応塔および環境汚染などの流動に関して大変重要である。多くの研究が乱流に関する化学反応の影響について報告しているけれども、それらの多くは混合を強調することに重点をおいている。しかし、この論文での重点は、噴流周りの化学反応流体に関する混合抑制をもたらすことである。

ナトリウム - 水反応は実験的にほとんど達成されないために、水酸化アンモニウムと酢酸は化学反応噴流を作るために選択された。レーザー誘起蛍光法 (LIF: Laser Induced Fluorescence) 技術は噴流周りの化学反応流体の特性を研究するために採用した。反応ありとなしの結果の比較から、遷移点近くの  $10D \sim 28D$  までの上流域の噴流の流速分布は区別可能な差は見受けられなかった。しかしながら、遷移点から遙かに離れている  $37D \sim 51D$  の下流域では、反応ありとなしとの間の噴流の流速分布は反応なしより反応ありで、より早い流速で、かつ移動している渦の狭い噴流拡散を示しているという全く違った様相が観

察された．反応なしの噴流はすでに完全発達乱流のように見え，反応ありの噴流はまだケルビン - ヘルムホルツ渦が明らかに見え，それは遷移状態のようである．反応ありとなしの差は特定の噴流幅の定義と定量的な噴流界面の長さによって評価され，遷移域から離れた下流域で噴流の運動量拡散が化学反応によって明らかに抑制されるということが同定された．

開発したダイナミック可視化技術は遷移している噴流を明確に可視化できる．これら可視化された遷移している噴流の流速分布は開発されたダイナミック PIV アルゴリズムによって評価された．新しいダイナミック PIV アルゴリズムの原理は，1) PIV と PTV (粒子追跡流速測定法：4 時刻追跡法，(西野ら，1989)) のハイブリッド技術と，2) 多次元再帰型相関 PIV 法，である．これらの新しいアルゴリズムは，可視化情報学会によって提案された標準画像と実験データによって評価された．各計算方法の RMS (Root Mean Square) 誤差が計測され，標準の再帰型相関法とで比較された．それら新しいダイナミック PIV 計算を用いることで，遷移渦の移動によって再現される変動速度が再構築された．この博士論文では，レイノルズ分解法が採用され，化学反応によって噴流周りの化学反応流体に関する混合抑制の評価について議論された．さらに乱流運動エネルギーとレイノルズ応力は反応ありと反応なしとの間の比較によって要求される自由噴流周りの化学反応流体に関して評価された．

最後，化学反応による化学反応性噴流に関する混合抑制現象は新しいダイナミック可視化技術を開発することによって評価された．