

## 審査の結果の要旨

氏名 洪 性大

本論文は、化学反応と流れの相互作用に着目して実験的研究を行い、化学反応が乱れを抑制する事を実験的に見出すとともに、非定常成分を含んだ流れの高時間分解解析を行うための新しいダイナミック可視化技術の開発について論じたものである。本論文は5章で構成されている。

第1章では、反応のある場、無い場における噴流の構造に関する従来の研究をレビューするとともに、本研究の目的についてまとめている。反応と流れの相互作用に関しては、乱れが反応場にどのように影響を与えるかという研究が古くから進められてきている。一方、反応が流れの乱れ構造にどのような影響を与えるかという問題に対しては、余り着目されてきていなかった。この事をふまえ、本論文では、反応と乱流との相互作用の中で、特に、反応が乱流に与える影響に着目して実験的研究を行う事を述べている。また、画像を用いた可視化計測技術についてまとめ、現状の技術では、ある瞬間の速度や温度分布の計測には有効であるが、変動する場の計測には限界がある事を述べている。

第2章では、反応を伴う噴流に対する、実験結果についてまとめている。レーザー誘起蛍光法を主に用い、渦構造を可視化する事で、反応がある場合の渦構造、無い場合の渦構造を比較検討し、反応があることにより乱れが抑制される場合があることを明らかにした。この現象は新しい知見であり、この現象に対するパラメータサーベイを行い、乱れの抑制がある特定のレイノルズ数領域において発生する事を示した。画像を用いた反応界面面積の予測手法や噴流拡散挙動の可視化などから再現性のある結果を報告している。

第3章では、時間的な変動を伴う乱れ構造の変化を定量化するために、新しくダイナミック可視化システムを構築している。高解像度高速度カメラと高速度パルスレーザーを同期し、さらに、蛍光染料や蛍光粒子を用いることで1000Hzで流れ場の構造を定量化している。特に、速度分布計測法であるPIV手法に高速度カメラを応用した場合に、速度の精度を上げる事を目的とした新しい画像解析手法を提案している。従来のPIVと異なり、時間方向に十分な画像データがある事を利用し、粒子追跡手法であるPTVをPIVに取り入れた全く新しいPITVアルゴリズムなどを開発している。このアルゴリズムの有効性を標準画像で確認するとともに、高速、かつ高解像度のデータを用いるダイナミックPIV技術を確立した。

第4章では、開発したダイナミックPIV技術を2章で取り上げた化学反応噴流に適用し、ダイナミクスを捉えることの有効性を議論している。時空間に十分なデータがあることから、時間スペクトル解析、空間スペクトル解析を行うことで、流れ場の構造を捉えることができる事を示している。

第5章は結論であり、本論文で得られた成果をまとめている。

以上のように、本論文は、反応に起因する乱れの抑制という現象を発見するとともに、高時間分解の速度分布計測技術を開発し、そのための新しい画像解析技術を提案した研究であり、システム量子工学特にシステム可視化学の発展に寄与することが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。