

氏名(本籍)	上道 茜 ( 山口県 )
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博 甲 第 6723 号
学位授与年月日	平成 25 年 11 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	システム情報工学研究科

学位論文題目 回転対向流双子火炎における超希薄予混合燃焼の研究

主査	筑波大学 教授	博士(工学)	西岡 牧人
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	阿部 豊
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	石田 政義
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	藤野 貴康
副査	筑波大学 助教	博士(学術)	花田 信子

## 論文の要旨

本研究は、相似解の導入によって一次元的に取り扱える回転対向流双子火炎の詳細反応数値計算を用いて、逆流する既燃ガスと未燃予混合気が対向する燃焼場において超希薄燃焼が実現するという事を明らかにし、そのメカニズムを解明したものである。この火炎においては回転速度がある程度以上速い場合に遠心力の効果により燃焼ガスの逆流が生じるが、それは旋回火炎や乱流火炎など現実的な火炎中における局所的・瞬間的な既燃ガスと未燃予混合気の対向場を模擬できると考えられる。

本研究で火炎を形成できた最希薄当量比は、輻射を考慮しない場合はメタン火炎が 0.32、水素火炎が 0.05 であり、再吸収無しの輻射を考慮した場合はメタン火炎が 0.43、水素火炎が 0.07 であった。これらは一般的に認められている希薄可燃限界 0.49 (メタン) と 0.10 (水素) より更に希薄な条件である。本研究では回転対向流双子火炎の構造を同じ当量比の一次元予混合火炎と比較し、回転対向流双子火炎の場合は火炎温度と主要ラジカル濃度が高く、また火炎帯幅が非常に狭いことを示した。特に水素火炎の場合、最大で約 600K もの温度上昇が生じることを見いだした。更に、超希薄条件において火炎はほぼ伝播性を失うため反応帯が逆流領域に形成されること、そしてそれにより温度や濃度分布の凸の向きが一次元火炎と逆になることを見いだした。

逆流領域では反応物の対流輸送の方向が通常の火炎と逆であり、またその大きさが燃料と酸素で大きく異なるため、拡散流束と対流流束の和である正味流束が燃料と酸素で大きく異なり、それが原因で反応帯付近の局所当量比に大きな違いを生じるということ、燃料と酸素のモル流束分布や、火炎帯における温度と濃度の関係を一次元予混合火炎と比較することにより明らかにした。また、水素火炎の場合はこの正味流束不均衡の効果にルイス数効果が付加されることも明らかにした。

## 審査の要旨

### 【批評】

これまで燃焼研究分野で、旋回予混合火炎などの実験において超希薄条件で火炎が形成できたということがいくつか報告されているが、そのメカニズムを理論的に解明した研究は存在しなかった。本研究で著者らが解明した、既燃ガスと未燃予混合気が対向する場における超希薄燃焼メカニズムは、それらの現象を明快に説明するものである。この研究の意義はまず、燃焼における一つの未解明現象を新たに解明したということにある。更に、ここで得られた知見は、希薄燃焼や超希薄燃焼を安定的に実現する技術の開発に大きく寄与するものと期待される。

### 【最終試験の結果】

平成 25 年 10 月 3 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

### 【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。