OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	歪を伴う火炎のミクロ構造と動的挙動に関する研究
Author(s)	李, 晶
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45892
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏名	李（リ） 晶（ジン）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 19483 号
学位授与年月日	平成17年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科機械物理工学専攻
学位論文名	**歪を伴う火炎のミクロ構造と動的挙動に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教授 武石賢一郎 （副査） 教授 香月 正司　教授 片岡 勲

論文内容の要旨

歪を伴う火炎のミクロ構造と動的挙動を明らかにすることは燃焼の基礎現象の解明とともに、それに基づく火炎保持と安定性、実用的な乱流火炎の構造と特性の把握および合理的なシミュレーションの確立など、燃焼技術の向上に不可欠であると考えられる。このため、火炎の微視的構造と動的挙動を、条件を制御した定常および非定常層流火炎における温度、化学種濃度に基づく直接数値計算によって明らかにした。すなわち、火炎構造と燃焼速度におよぼす伸張率の影響、局所消炎現象、消炎によって生じる火炎端（エッジ火炎）の構造と伝播特性、選択拡散との関連性、反応の非平衡性などの機構の解明を行うことを目的とした。

第1章では、本研究の背景、目的、概要を述べた。

第2章では、本研究の数値解析で用いる基礎方程式、素反応スキームおよび数値計算法を記述し、また火炎特性の評価法を示した。厳密な多成分系の拡散を考慮した場合と有効拡散係数を用いた場合について比較を行い、有効拡散係数の精度を検証し、水素とメタンの燃焼速度の実験と比較し、精度を確認した。

第3章では、対向流平面火炎を対象とし、燃料は水素またはメタンを用い、素反応動力学と多成分拡散を用いた数値解析を行った。これにより対向流平面火炎の火炎伸張を伴う火炎について火炎構造や動的挙動を明らかにし、火炎の伸張やKa数、選択拡散効果、反応の非平衡性が火炎の構造、消炎現象、火炎温度、燃焼速度などにおよぼす影響を明確にした。

第4章では、火炎のモデル化に便利で、また完全燃焼すると考えられる球状火炎を対象とした。メタンおよび水素の予混合気を燃料とした内向き、外向きならびに停在球状火炎を対象として素反応に基づく反応動力学と多成分拡散を考慮した非定常数値解析により球状火炎の火炎構造を明らかにした。また伸長率、当量比、Ka数、ルイス数のパラメータが燃焼速度におよぼす影響を明確にし、その現象の生じる原因を調べた。また球状火炎の燃焼速度の特徴を明らかにした。

第5章では、メタンを燃料とする拡散エッジ火炎、予混合エッジ火炎を対象として素反応に基づく反応動力学と多成分拡散を考慮した非定常数値解析により伸張率を制御した場で火炎基部の構造を調べ、縦軸、横軸方向の火炎の構造や基部における燃焼速度と伸張率の関係、伸張率と消炎の関係を明らかにした。またメタンのエッジ火炎で負の燃焼速度が存在することを明確にした。

第6章では、本研究で得られた結論を総括した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、燃焼の基礎現象の解明とそれに基づく火炎保持と安定性、実用的な乱流火炎の構造と特性の把握、および合理的なシミュレーションの確立を目的に、歪を伴う火炎のミクロ構造と動的挙動についての研究をまとめたもので、その主な成果は以下のとおりである。

⑴まず、火炎を規定するパラメータの制御が容易な対向流平面火炎を対象に、燃料は水素またはメタンを用い、素反応動力学と多成分拡散を用いた数値解析により、火炎伸張を伴う火炎構造や動的挙動を解明している。すなわち、火炎の伸張やKa数、選択拡散効果、反応の非平衡性が火炎の構造、消炎現象、火炎の動的挙動、燃焼速度などにおよぼす影響を明らかにしている。また実験との比較により数値解析の精度と予測の有効性を確認している。

⑵続いて、伸張率が正、負またはゼロと3種類が選択でき、曲率が正、負と変わる特徴がある球状火炎を対象に、メタンおよび水素の予混合気を燃料とした内向き、外向き、ならびに停在球状火炎の素反応に基づく反応動力学と、多成分拡散を考慮した非定常数値解析により、火炎構造を解明している。球状火炎における伸長率、当量比、Ka数、ルイス数等のパラメータが燃焼速度におよぼす影響を明らかにしている。

⑶さらに、メタンを燃料とする拡散エッジ火炎、予混合エッジ火炎を対象として、素反応に基づく反応動力学と多成分拡散を考慮した非定常数値解析により伸張率を制御した場で火炎基部の構造を調べ、縦軸、横軸方向の火炎の構造や基部における燃焼速度と伸張率の関係、伸張率と消炎の関係を明らかにするとともに、メタンのエッジ火炎で負の燃焼速度が存在することを発見している。

以上のように、本論文は条件を制御した定常および非定常層流火炎における温度、化学種濃度に基づく直接数値計算によって、火炎の微視的構造と動的挙動を明らかにしたもので、学術的に極めて有用な知見を提供するものである。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。