



Title	光学計測による混相燃焼の火炎構造に関する研究
Author(s)	黄, 承敏
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/45856">https://hdl.handle.net/11094/45856</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> 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	ファン 黄 承 敏
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 19481 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	光学計測による混相燃焼の火炎構造に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 香月 正司 (副査) 教授 辻 裕 助教授 赤松 史光

### 論文内容の要旨

液体および固体燃料の気液・固気の混相燃焼場を対象とし、高精度な光学計測を用いて火炎構造を詳細に計測することにより混相燃焼の機構を解明することを目的とした。液体および固体の燃料微粒子の混相火炎を作り出し、それらにレーザドップラ流速計(LDV)、フェイズドップラ粒子分析計(PDPA)、シャドウドップラ粒子分析計(SDPA)、ポイント・カセグレン光学系(MICRO)、レーザ誘起蛍光法(LIF)、および輻射2色温度計等の各種光学計測手法を適用することにより、燃料粒子速度、粒子径、粒子形状、ラジカル自発光強度、OH-LIF強度、および火炎温度などを同時計測し、詳細かつ総合的な火炎構造の解明を行った。また、燃料粒子の数密度むらと燃焼反応領域の関係を調べることで、燃料粒子の群燃焼挙動に重点をおいた観察を行った。

本論文は、全6章から構成されており、その前半部分は気液の混相燃焼である噴霧燃焼と、後半部分は固気の混相燃焼である微粉炭燃焼を対象とした研究に大別される。以下に、各章の概要について述べる。

第1章は緒論であり、混相燃焼に関する従来の研究について概説し、問題点と解決すべき点を明らかにし、本論文の位置づけと意義を明らかにした。

第2章では、本研究に使用した予混合噴霧バーナと形成される火炎の特徴を説明した。また、レーザシート光をバーナの中心軸を含む垂直断面に照射し、油滴からの散乱光を高速度デジタルカメラによって撮影することにより噴霧断面を可視化すると同時に、吸引式熱電対とPDPAを用いて、バーナ中心軸上における気相温度分布と燃料噴霧の粒度分布および平均粒径分布を計測し、火炎の巨視的かつ時間平均的性質を観察した。さらに、噴霧火炎の下流域に注目し、可視化された油滴クラスタの拡大連続撮影像から油滴クラスタの消失速度および形状係数を求め、油滴クラスタの燃焼機構について詳細に調べた。

第3章では、高速度デジタルカメラによる噴霧断面画像と、MICROと高速波長分離器を用いた油滴からのMie散乱光信号、OHラジカル自発光信号、CH自発光信号、PDPAによる油滴粒径、速度の、1画像と5つの局所信号の同時時系列計測を行い、画像によって確認された油滴クラスタについて初めて実験的に油滴群燃焼数を算出し、Chiuらの理論解析に当てはめて、油滴群燃焼機構に対する考察を行い、噴霧火炎の微細構造と燃焼機構の関係を明らかにした。

第4章では、乱流微粉炭バーナと本研究で使用した計測機器、および計測法について説明した。続いて、実験室規模の微粉炭の燃焼場を対象とし、火炎中での微粉炭粒子の挙動や火炎構造を明らかにするために種々の光学的計測を

行い、火炎の巨視的かつ時間平均的性質を観察した。

第5章では、平面レーザ誘起蛍光 (PLIF) を用いて OH ラジカルの瞬時2次元分布の計測を行うと同時に、レーザシート法により微粉炭粒子の断面像の計測を行い、火炎中での燃焼反応領域と微粉炭粒子存在領域との位置関係について考察を行った。その結果、バーナポート近傍の上流域においては、微粉炭粒子の数密度が高い領域の周辺部の酸素の供給がよい部分でのみ燃焼反応が起こるが、火炎の下流に行くにしたがい、微粉炭粒子の温度が上昇して揮発分の放出が進行するとともに周囲空気との混合が促進され、微粉炭粒子の存在領域においても燃焼反応が見られるようになることが明らかとなった。

第6章は本論文全体のまとめである。

## 論文審査の結果の要旨

液体および固体燃料の気液および固気混相燃焼場を対象とし、高精度な光学計測を用いて火炎構造を詳細に計測することにより混相燃焼の機構を解明することを目的としたもので、液体および固体の燃料微粒子の混相火炎を作り出し、それらにレーザドップラ流速計 (LDV)・フェイズドップラ粒子分析計 (PDPA)、シャドウドップラ粒子分析計 (SDPA)、ポイント・カセグレン光学系 (MICRO)、レーザ誘起蛍光法 (LIF)、および輻射2色温度計等の各種光学計測手法を適用することにより、燃料粒子速度、粒子径、粒子形状・ラジカル自発光強度、OH-LIF 強度、および火炎温度などを同時計測し、詳細かつ総合的な火炎構造の解明を行っている。

本論文は、全6章から構成されており、その前半部分は気液の混相燃焼である噴霧燃焼と、後半部分は固気の混相燃焼である微粉炭燃焼を対象とした研究に大別される。

第1章は緒論であり、混相燃焼に関する従来の研究について概説し、本論文の位置づけと意義を明確にしている。

第2章では、予混合噴霧バーナにレーザシート光による可視化と PDPA を用いて、火炎中の燃料噴霧の粒径分布および油滴クラスタの消失速度および形状係数を同時計測し噴霧火炎の燃焼機構を明らかにしている。

第3章では、高速度デジタルカメラによる噴霧断面画像と、MICRO と高速波長分離器を用いた油滴からの Mie 散乱光信号、OH ラジカル自発光信号、CH 自発光信号、PDPA による油滴粒径、速度の、1画像と5つの局所信号の同時時系列計測を行い、初めて実験的に油滴群燃焼数を算出し、噴霧火炎の微細構造と燃焼機構の関係を明らかにしている。

第4章では、実験室規模の乱流微粉炭バーナの燃焼場を対象とし、種々の光学的計測により火炎中での微粉炭粒子の挙動や火炎構造を明らかにしている。

第5章では、平面レーザ誘起蛍光 (PLIF) を用いて OH ラジカルの瞬時2次元濃度分布の計測を行い、火炎中での燃焼反応領域と微粉炭粒子存在領域との位置関係を明らかにしている。

第6章は本論文で得られた知見のまとめである。

以上のように、本論文は気液および固気混相燃焼の火炎構造を、種々の光学計測を組み合わせた多チャンネル同時計測により解明することを目的としたものであり、噴霧燃焼場における群燃焼の実測、ならびに微粉炭火炎中における反応帯と石炭粒子群の位置関係などを初めて明らかにしている。これら得られた知見は燃焼工学に新しい知見を提供するものとして価値あるものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。