

|              |  |
|--------------|--|
| Title        | 対向流噴霧火炎の形成、計測ならびに構造に関する研究  |
| Author(s)    | 若林, 卓  |
| Citation     | 大阪大学, 1998, 博士論文   |
| Version Type |  |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/40593">https://hdl.handle.net/11094/40593</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>〉</a> をご参照ください。 |

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

|            |   |
|------------|---|
| 氏名         | 若林卓   |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学)  |
| 学位記番号      | 第 13806 号                                       |
| 学位授与年月日    | 平成10年3月25日                                      |
| 学位授与の要件    | 学位規則第4条第1項該当<br>工学研究科機械工学専攻                     |
| 学位論文名      | 対向流噴霧火炎の形成, 計測ならびに構造に関する研究                      |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 香月 正司<br><br>(副査)<br>教授 高城 敏美 教授 辻 裕 |

#### 論文内容の要旨

本論文は、噴霧火炎の基礎的な性質を明らかにするために、対向流噴霧火炎の形成を試み、一次元的な火炎構造の現れる中心軸上に特に着目した計測を詳細に行うと同時に、局所の燃焼反応強度の測定に用いる火炎発光プローブの開発およびその性能評価を行い、それらの研究成果についてまとめたもので、以下の9章で構成されている。

第1章は緒言で、本研究の背景、従来の噴霧研究に関する研究、噴霧火炎の計測技術、本論文の概要と構成を記している。

第2章では、対向流噴霧火炎を用いたこれまでの実験的研究に考察を加え、乱流対向流噴霧火炎を用いて解明可能な噴霧燃焼の基礎的な性質とその限界を明らかにし、層流対向流噴霧火炎の実現が実験的研究には極めて有効であること、ならびに火炎内局所の観測が可能となる光学計測法の必要性を示している。

第3章では、これまでより安定な層流対向流噴霧火炎の実現の過程を示し、最終的には、光学計測に適した独自の層流対向2次元流噴霧バーナを実現している。

第4章では、局所からの火炎発光強度を計測するために一般的に用いられている単レンズ光学系の評価手法として、新たに集光率を定義し、光線追跡法を用いてその分布を求め、局所計測の限界を明らかにしている。

第5章では、第4章で示した単レンズ光学系の欠点を可能な限り解消した多波長高空間解像度受光プローブを考案・設計し、その性能評価を行っている。

第6章では、第3章で製作した対向2次元流噴霧火炎を対象に、単レンズ受光系を用いて中心軸上におけるOHラジカル自発光信号、CHバンド発光信号、油滴ミ-散乱光信号の強度分布を測定し、フェーズドップラ流速計を用いて油滴の速度と粒径を測定し、火炎前縁を通過直後に油滴が加速していることを明らかにしている。

第7章では、対向2次元流噴霧火炎を対象に、粒子追跡法に散乱光強度法を併用して、各油滴の軌跡や速度、粒径の履歴を得る計測法を提案している。

第8章では、第5章で設計・評価を行った多波長高空間解像度受光プローブを用いて、第6章と同様の実験を行ない、同時計測された時系列信号およびそれらの統計解析に基づいて、燃料蒸気の子混合的な燃焼が支配的である火炎前縁の下流に、拡散的な単滴燃焼が進行している輝炎領域が位置するという対向流噴霧火炎の構造を明らかにしている。

第9章では、本研究で得られた結論を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

噴霧燃焼は広く実用に供されているにもかかわらず、その基本的な性質の解明が十分行われている訳ではなく、シミュレーションに必要なモデルを構築するだけの知見が蓄積されている訳でもない。これは微粒化によって生成された粒径の異なる燃料油滴群が、蒸発・燃焼する過程において気流との相互作用による複雑な挙動を示すため、これらを実験的に明らかにするためには、注目すべき噴霧燃焼の特性を失うことなく、観察の容易な火炎を形成することが不可欠であると同時に、高時間・空間分解能を有する非接触光学的計測法を開発することが急務である。

本論文は、噴霧火炎の基礎的な性質を明らかにするために、光学計測に適した層流対向流噴霧火炎の形成を試み、これについて、新たに開発した局所燃焼反応強度測定用の火炎発光プローブを用いて研究した結果をまとめたもので、得られた新しい知見を要約すると、以下ようになる。

- (1) 独創的な層流の対向2次元流噴霧火炎を実現することによって、準一次元的な噴霧火炎の伝ば現象の定常観測を可能にしている。
- (2) 従来より局所からの火炎発光強度の計測に用いられている単レンズ光学系の限界性能を示した上で、その欠点を可能な限り解消した多波長高空間解像度受光プローブを提案し、性能評価を行っている。
- (3) 対向2次元流噴霧火炎の中心軸上における、OH自発光強度を計測することによって、燃焼反応領域を確定すると同時に、フェーズドププラ流速計を用いて、油滴の速度と粒径を計測することにより、火炎前縁を通過直後に油滴が加速していることを明らかにしている。
- (4) 粒子追跡法に散乱光強度法を併用することにより、油滴の軌跡と速度ベクトル・粒径の履歴を得る計測法を提案し、それを対向2次元流噴霧火炎に適用した結果を示している。
- (5) 局所の火炎発光信号と、同時計測された油滴の速度と粒径のデータを統計解析することにより、燃料蒸気予混合的な燃焼が支配的である火炎前縁の下流に、拡散的な単滴燃焼が進行している輝炎領域が位置するという対向2次元流噴霧火炎の構造を示している。

以上のように、本論文は層流対向流噴霧火炎を形成し、準一次元な火炎構造の現れる部分を詳細に観察することにより、噴霧燃焼の火炎構造に関して多くの知見を得ている。また、波長の異なる複数の局所ラジカル発光を同時測定可能な光学系を提案し、これを噴霧火炎に適用した場合の有用性を例証している等、燃焼工学、特に噴霧燃焼の解明に関わる基礎分野の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値有るものと認める。