



Title	ラジカル自発光による燃焼診断法に関する研究
Author(s)	瀬尾, 健彦
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46912
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 瀬 尾 健 彦

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 20307 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 18 年 3 月 24 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 ラジカル自発光による燃焼診断法に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)

助教授 赤松 史光

(副査)

教 授 片岡 勲 教 授 武石賢一郎 助教授 芝原 正彦

論 文 内 容 の 要 旨

ラジカル自発光は燃焼反応と密接に結びついているため、ラジカル自発光信号を計測することで燃焼状態を示すパラメータを実験的に得ることができれば、燃焼診断をおこなう上で非常に有効な手がかりとなり、燃焼過程に関する貴重な情報となる。また、数値シミュレーションをおこなう場合においても、重要な実験データを提供できる。そこで本研究では火炎から発せられるラジカル自発光を計測することにより、火炎の燃焼特性を時間連続的に把握することを目的とした。本論文の構成は以下のとおりである。

第 1 章では、従来の研究を紹介するとともに、それらの問題点を挙げ、本研究の意義を明らかにした。

第 2 章では、構築した計測システムの詳細について述べた。またレーリ散乱法を用いた温度計測について、熱電対法による測定結果との比較により、システムの妥当性を示した。

第 3 章では、第 2 章で述べた計測システムを用いて、ラジカル自発光と温度の同時計測をおこなった。そして火炎内におけるラジカル自発光強度の分布特性を得、温度、当量比、窒素添加率といった物理量とラジカル自発光強度の相関を示した。

第 4 章では、自発光計測において問題となる連続スペクトルの影響について述べた。従来の光干渉フィルタを用いた自発光計測の研究では、連続スペクトルの影響はほとんど考慮されておらず、燃焼に関する物理量(当量比や温度)などとの相関がとられていた。そこで回折格子分光器を用いて得た火炎発光のバンドスペクトルから、連続スペクトルの特性を調べ、ラジカル自発光スペクトルに対する影響を調べた。そして連続スペクトルの影響は非常に大きく無視できないものであることがわかった。また、バンドスペクトルから連続スペクトルを取り除くことで得られる OH^* や CH^* などの化学種由来のラジカル自発光スペクトルの形状は、当量比や窒素添加率を変化させても相似形を保つことがわかった。

第 5 章では、時間的に変動のある火炎に対する当量比や温度などの物理量の計測への応用を視野に入れ、時間分解能の高い手法である光干渉フィルタと光電子増倍管によって計測された OH^* 、 CH^* ラジカルからのバンド発光強度に対して連続スペクトルの影響を取り除く試みをおこなった。また、連続スペクトルの影響を取り除いたラジカル自発光強度と当量比および同時計測による熱力学的温度との相関を調べ、ラジカル自発光強度を用いた燃焼診断法についての考察をおこなった。そして、火炎発光のバンド発光強度をラジカル自発光強度と連続発光強度に分離することにより、従来の手法よりも実用性の高い、火炎帯の任意の計測位置からの発光を用いての当量比の推定が可能となる

火炎診断法となる可能性を示した。

第6章は本論文の総括であり、得られた主要な結果をまとめた。

論文審査の結果の要旨

ラジカル自発光は燃焼反応と密接に結びついているため、火炎中の局所領域からのラジカル自発光を計測することで燃焼状態を示すパラメータを実験的に得ることができれば、燃焼診断をおこなう上で非常に有効な手がかりとなり、燃焼過程に関する貴重な情報となる。また、数値シミュレーションをおこなう場合においても、重要な実験データを提供できる。そこで本研究では火炎から発せられるラジカル自発光を計測することにより、火炎の燃焼特性を時間連続的に把握することを目的とした。本論文の構成は以下のとおりである。

第1章では、従来の研究を紹介するとともに、それらの問題点を挙げ、本研究の意義を明らかにしている。

第2章では、構築した計測システムの詳細について述べている。また、レーリ散乱法を用いた温度計測について、熱電対法による測定結果との比較により、計測システムの妥当性を示している。

第3章では、第2章で述べた計測システムを用いて、ラジカル自発光と温度の同時計測をおこなっている。そして火炎内におけるラジカル自発光強度の分布特性を得るとともに、温度、当量比、窒素添加率といった各種物理量とラジカル自発光強度の相関を示している。

第4章では、自発光計測において問題となる連続スペクトルの影響について述べている。従来の光干渉フィルタを用いた自発光計測に関する研究では、連続スペクトルの影響はほとんど考慮されておらず、燃焼に関する物理量（当量比や温度）などとの相関がとられていた。そこで、回折格子分光器を用いて火炎発光スペクトルを取得し、連続スペクトルのラジカル自発光に対する影響を調べ、連続スペクトルの影響は非常に大きく無視できないものであることを示している。また、バンドスペクトルから連続スペクトルを取り除くことで得られる OH^* や CH^* などの化学種由来のラジカル自発光スペクトルの形状は、当量比や窒素添加率を変化させても相似形を保つことを明らかにしている。

第5章では、時間的に変動のある火炎に対する当量比や温度などの物理量の計測への応用を視野に入れ、時間分解能の高い手法である狭帯域光干渉フィルタと光電子増倍管によって計測された OH^* 、 CH^* ラジカルからのバンド発光強度に対して連続スペクトルの影響を取り除く手法を提案している。また、連続スペクトルの影響を取り除いたラジカル自発光強度と、当量比および熱力学的温度との相関を調べ、ラジカル自発光強度を用いた燃焼診断法について考察をおこなっている。そして、火炎発光のバンド発光強度をラジカル自発光強度と連続発光強度に分離することにより、従来の手法よりも実用性の高い、火炎帯の任意の計測位置からの発光を用いて当量比の推定が可能となることを示している。

第6章は本論文の総括であり、得られた主要な結果をまとめている。

以上のように、本論文では、ラジカル自発光を火炎中の局所領域から検出するシステムを開発するとともに、ラジカル自発光強度と火炎中の物理量との関係を明らかにしており、燃焼科学の進展に大きく寄与している。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。