



Title	レーザー励起ブレイクダウンによる着火に関する基礎研究
Author(s)	堀, 輝成
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/46034">https://hdl.handle.net/11094/46034</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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名	堀 輝成
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 19668 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 2 項該当
学位論文名	レーザ励起ブレイクダウンによる着火に関する基礎研究
論文審査委員	(主査) 教授 香月 正司 (副査) 教授 片山 聖二 教授 萩行 正憲 助教授 赤松 史光

### 論文内容の要旨

着火は燃焼の開始に不可欠な過程であるにもかかわらずそのメカニズムは十分に解明されていない。可燃性予混合気の着火は、火災や爆発などの災害はもちろんのこと、ガスタービンや往復式内燃機関においても重要な過程のひとつである。本研究では、着火現象のメカニズムの解明を目的として、条件設定が比較的明確なレーザ励起ブレイクダウンを用いた着火を取り上げた。可燃性予混合気の着火に用いることを前提として、レーザ励起ブレイクダウンについての基礎的な実験、具体的には、レーザ励起ブレイクダウンにおよぼすレーザ光のプロファイルや収差の影響について検討を行い、形成されたプラズマからの自発光スペクトルを時間空間分解測定することにより、レーザ励起ブレイクダウンが起きる最適な条件を明らかにした。また、レーザ励起ブレイクダウンによりプラズマが形成される過程について解析を行った。

以下に本論文の内容を章別に要約する。

第 1 章ではレーザ着火およびレーザ励起ブレイクダウンに関する従来の研究について概説し、あわせて、本研究の目的を明確にした。

第 2 章では、レーザ励起ブレイクダウンのメカニズムについて述べ、その後、カセグレン光学系を応用した高空間分解能を有する集光光学系を用い、プラズマから発せられる自発光スペクトルの測定を行った。この集光光学系の使用により、高い空間分解能で測定が行えることを確認した。

第 3 章では、レーザ光のプロファイルがブレイクダウン現象におよぼす影響について検証した。光源である Nd: YAG レーザの発振条件の変化により、パルス光のプロファイルが変化することを確認し、その結果、ブレイクダウン現象にも変化が見られることを示した。

第 4 章では、レーザ励起ブレイクダウンにおよぼす集光光学系の収差の影響について検討した結果を示した。光線追跡を行なった結果、実験で用いた集光光学系では球面収差の影響で集光特性が理想的な集光光学系に比べて悪くなり、特に焦点距離が短い場合、あるいは初期ビーム径を広げた場合に収差の影響が大きくなることを明らかにした。また、アクロマートレンズのような収差の影響を補正した集光光学系の使用により、ブレイクダウン特性が改善されることを示した。

第 5 章では、カセグレン光学系とストリークカメラを使用することにより、プラズマが形成されてから消滅するまでの同一プラズマからの自発光スペクトルを時間連続測定した結果について示した。その結果、プラズマの位置によって自発光スペクトルの形状に大きく違いがあり、ブレイクダウンによって形成されたプラズマが、広がっていく過

程を明確にすることことができた。

第6章では、各章で得られた結論を総括し、今後のレーザ着火実験への展望および課題についてまとめた。

### 論文審査の結果の要旨

着火は燃焼の開始に不可欠な過程であるにもかかわらずそのメカニズムは十分に解明されていない。可燃性予混合気の着火は、火災や爆発などの災害はもちろんのこと、ガスタービンや往復式内燃機関においても重要な過程のひとつである。本研究では、着火現象のメカニズムの解明を目的として、条件設定が比較的容易なレーザ励起ブレイクダウンの基礎的な現象解明をめざしたもので、全6章から成っている。

第1章ではレーザ着火およびレーザ励起ブレイクダウンに関する従来の研究について概説し、本研究の目的を明確にしている。

第2章では、レーザ励起ブレイクダウンのメカニズムに関して、カセグレン光学系を応用した高空間分解能を有する集光光学系を用い、プラズマから発せられる自発光スペクトルの測定を行い、高い空間分解能で測定が行えることを確認している。

第3章では、レーザ光のプロファイルがブレイクダウン現象におよぼす影響について観察し、光源である Nd:YAG レーザの発振条件の変化によって、パルス光のプロファイルが変化すること、その結果として、ブレイクダウン現象にも変化が見られることを見いだしている。

第4章では、レーザ励起ブレイクダウンにおよぼす集光光学系の収差の影響について検討し、実験で用いた集光光学系では球面収差の影響で集光特性が理想的な集光光学系に比べて悪くなり、特に焦点距離が短い場合、アクロマートレンズのような収差の影響を補正した集光光学系の使用により、ブレイクダウン特性が改善されることを見いだした。

第5章では、カセグレン光学系とストリーカカメラを使用することにより、プラズマが形成されてから消滅するまでの同一プラズマからの自発光スペクトルを時間連続測定し、形成されたプラズマの内部構造および広がり過程を明らかにしている。

第6章は、各章で得られた結論を総括している。

以上のように、本論文はレーザ励起ブレイクダウンによる着火のメカニズムの解明を目的として、レーザ励起ブレイクダウンに及ぼすパラメータ依存性について解析を行い、シミュレーションと実験結果との対比による検証を行っている。また、ブレイクダウンに伴い形成されるプラズマについて調べ、今まで観測されていなかったプラズマ内部の現象の時間経過を明らかにしている。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。