

高圧環境下における点火・燃焼現象解明のための共通微小重力実験装置検討

日本大学 野村浩司 山口大学 三上真人 東京大学 津江光洋
 日本大学 山崎博司 大阪府立大学 瀬川大資 日本大学 田辺光昭
 岐阜大学 高橋周平 九州大学 森上 修

Feasibility study on a shared apparatus for microgravity experiments of ignition and combustion at high pressures

Hiroshi Nomura, Hiroshi Yamasaki
 Nihon Univ., Narashino, Chiba 275-8575
 E-Mail: nomura@cit.nihon-u.ac.jp

Masato Mikami
 Yamaguchi Univ.

Mitsuhiro Tsue
 The Univ. of Tokyo

Daisuke Segawa
 Osaka prefecture Univ.

Mitsuaki Tanabe
 Nihon Univ.

Shuhei Takahashi
 Gifu Univ.

Osamu Moriue
 Kyusyu Univ.

Abstract: Our working group was organized to promote investigations on high-pressure combustion using microgravity conditions. In order to obtain opportunities to perform microgravity experiments, grouping of working group members and designing of a shared apparatus for microgravity experiments will be conducted. The shared experimental apparatus is effective to share limited space-experiment opportunities. Introduction of the working group and the results of basic designing of the shared apparatus were described.

Key words; Combustion, High Pressure, Microgravity Experiments, Space Utilization, Shared Experimental Apparatus

1. 研究背景と目的

内燃機関の燃焼は、機関の性能向上・小型化の要求から高圧力下で行われる。実機の燃焼が高圧下燃焼であるにもかかわらず、燃焼の基礎研究の多くは大気圧下で行われており、物性や熱伝達、物質輸送、運動量伝達が大きく変化する高圧下燃焼の現象解明は十分に行われていないのが現状である。高圧下燃焼の基礎研究の障壁の一つが、圧力の増大に伴って強くなる自然対流である。微小重力環境は、高圧下燃焼の現象を複雑にしている自然対流が発生しないため、高圧下燃焼の基礎研究に最適である。しかしながら、大気圧燃焼の実験装置に比較して高圧下燃焼の実験装置は大きい、重い、配線・配管の取り回しが複雑など、微小重力実験には不向きな点があり、高圧下燃焼の微小重力実験の例は少ない。高圧下燃焼の微小重力実験を行うためには実験技術の集約が必要であり、コスト削減・実験機会拡大のためには実験装置の共通化が必要である。そこで、我々8名は、「高圧環境下における点火・燃焼現象解明のための共通微小重力実験装置検討WG」を作ることにより、実験技術の集約、共通微小重力実験

装置の提案、および高圧下燃焼に関する知見の共有と統合を試みる。

本WG参加者の中の3名は、同じ実験装置を使用して異なる高圧下燃焼の微小重力実験を行った経験を持つ。また、参加者全員が落下塔・航空機実験の経験豊富である。これらの経験をベースにしてISSで使用することを目的とする共通実験装置を提案することが本WGの目的である。最終的には、複数のPIが高圧下燃焼に関する微小重力実験を軌道上の共通実験装置で行うことを計画し、複数の高圧下燃焼現象に対して有用な知見を見いだせるようにしたい。本報では、WGの計画を記述する。

2. WGの計画

図1に、1989年から2002年に亘って3人のメンバーが使用した微小重力実験用装置概略を示す。中央に配置されているのが超々ジュラルミン製の高圧容器であり、常用15MPaで設計されている。観察用窓が2対、高さを変えて設置されている。高圧容器内部には高温容器が設置されており、高温容器内部が高圧高温の実験部である。本実験装置は燃料

液滴の実験用に設計されており、高圧容器内部の高温容器下方に液滴生成装置および液滴を高温容器に移動させる液滴移動装置が組み込まれている。この実験装置を用い、ドイツのブレーメン大学ZARM落下塔で高温高圧力雰囲気における燃料液滴の蒸発実験が最初に行われた。その後、同落下塔において、高温高圧力雰囲気における燃料液滴の自発点火実験が燃料および計測装置を変更して行われた。図に示される実験装置は最終型であり、高圧容器や高圧容器内部の液滴移動装置、制御装置などは初期型からそのまま使用されている。また、本実験装置はフランスでの航空機実験にもそのまま使用された。

このように、研究テーマの組み合わせを慎重に行い、実験要求に対して適切な実験装置を用いれば、複数のPIが複数の研究テーマや実験機会に対して共通の実験装置を使用することが可能である。本WGでは、研究テーマを1つ決めて仕事を分担する方法でなく、個々の研究者が計画している研究テーマの組み合わせからプロジェクトを創出し、それぞれの研究から出る実験装置に対する要求を集約してコアとなる共通実験装置を決める方法を採用する。当然ではあるが、研究テーマが変われば実験装置・計測装置に変更が必要になってくる。WG活動の初期段階では、共通実験装置と個々の研究者の実験・計測装置というかたちで実験装置を使用することになるであろうが、最終段階では共通実験装置と各プロジェクトテーマに合わせた3パターン程度の実験モジュールの組み合わせで装置が構成されることを目指す。

3. 共通実験装置の検討

共通実験装置は、次のような条件を満たすように設計する。

- ・ 圧力 3 MPa 以上、温度 800 K 以上の雰囲気を実現できる。
- ・ 高圧容器にカートリッジ式の実験モジュールを挿入することで実験が可能になるようにする。
- ・ 固体、液体、気体の点火・燃焼実験が行える。
- ・ シュリーレン法または影写真法で現象が観察できる。レーザ干渉法による観察は検討課題。
- ・ 高速度カメラを搭載できる。
- ・ 温度や圧力のデータが記録できる。
- ・ 新気供給および排気ができる。
- ・ 落下塔、航空機で実験が行える。可能な限り小型にする。小型ロケットに搭載できる程度の小さい実験装置を目指す。

4. まとめ

「高圧環境下における点火・燃焼現象解明」、「微

小重力実験」および「共通実験装置」をキーワードとし、WGを発足した。本WGにおいて、3つ程度の共同研究プロジェクトを創出し、それらのプロジェクトが共通で使用できる共通微小重力実験装置を提案する。

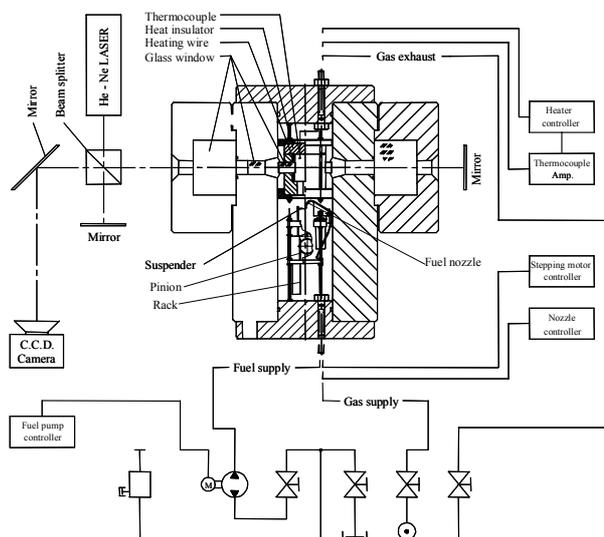


Fig.1 The apparatus for microgravity experiments on droplet evaporation and self-ignition at high pressures and high temperatures.

参考文献

- 1) Tanabe, M. et al.; Effects of Natural Convection on Two Stage Ignition of an n-Dodecane Droplet, *Proc. Combust. Inst.*, **25**, 455-461(1994).
- 2) 野村, 氏家; 微小重力場における高温高圧力雰囲気中の単一燃料液滴の蒸発挙動, *日本機械学会論文集B編*, **61**, 4137-4143 (1995).
- 3) Nomura, H. et al.; Experimental Study on High Pressure Droplet Evaporation Using Microgravity Conditions, *Proc. Combust. Inst.*, **26**, 1267-1273(1996).
- 4) Tanabe, M. et al.; Spontaneous Ignition of Liquid Droplets from a View of Non-Homogeneous Mixture Formation and Transient Chemical Reactions, *Proc. Combust. Inst.*, **26**, 1637-1643(1996).
- 5) Moriue, O. et al.; Effects of Dilution by Aromatic Hydrocarbons on Staged Ignition Behavior of n-Decane Droplets, *Proc. Comb. Inst.*, **28**, 969-975 (2000).