

令和 6 年 5 月 31 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2023

課題番号：19K04843

研究課題名(和文) 噴霧の冷炎機構を再検討するための微小重力環境を利用した冷炎燃え広がりに関する研究

研究課題名(英文) Study on cool-flame spread using microgravity conditions for reconsideration of flame holding mechanism

研究代表者

野村 浩司 (NOMURA, Hiroshi)

日本大学・生産工学部・教授

研究者番号：30246847

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：微小重力実験でデカン燃料液滴列を燃え広がる冷炎の存在を明らかにし、その燃え広がり速度を計測した。液滴直径の二乗履歴の傾きが大きく変化する時刻を計測対象の液滴に冷炎が燃え広がった時刻と定義し、各液滴の冷炎点火時刻と液滴位置の関係から、冷炎燃え広がり速度を算出した。初期液滴直径0.75 mm、液滴間隔2 mmの条件において、微小重力環境での冷炎燃え広がり速度は17.9 mm/sであった。液滴間隔4 mmの条件では、冷炎燃え広がり速度は、液滴間隔2 mmの条件に比べて増大することがわかった。冷炎燃え広がり数値シミュレーションにより、液滴初期直径1 mmの条件で冷炎燃え広がり現象を実現できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

燃料液滴列の冷炎燃え広がりに着目し、噴霧を単純化した燃料液滴列を対象に基礎的な研究を行った。軸対称な火炎燃え広がりが実現される微小重力環境を利用した実験を行うことで、数値シミュレーションの検証を容易にした。冷炎点火温度を下回る温度の雰囲気において、強制点火装置により点火した冷炎が燃料液滴列を燃え広がる現象を初めて明らかにした。また、その現象を数値シミュレーションでも実現させた。予蒸発管の作動条件で冷炎燃え広がりが起こるのか否かなど、噴霧燃焼器で冷炎点火・燃え広がりが起こる条件を明らかにすることにより、その後が発生する熱炎の挙動を現在より正しく予測できるようになると考える。

研究成果の概要(英文)：Cool-flame spread along a decane droplet array was observed successfully under microgravity conditions and its spread speed was measured. The time when the slope of squared droplet diameter history changes remarkably was defined as the time when a cool flame reached the measured droplet. The cool flame spread speed was measured from the relationship between the droplet ignition time and the droplet positions for the second to sixth droplets. In the case that the initial droplet diameter and the droplet spacing were 0.75 mm and 2 mm respectively, the cool flame spread speed was 17.9 mm/s. The cool flame spread speed of the droplet spacing of 4 mm was larger than that of 2 mm. Cool flame spread along a decane droplet array of the initial diameter of 1 mm was numerically simulated successfully.

研究分野：航空宇宙工学

キーワード：噴霧燃焼 冷炎 燃え広がり 燃料液滴列 予蒸発予混合燃焼器 微小重力環境

1. 研究開始当初の背景

冷炎とは、1000 K 程度の比較的低温の低い火炎であり、炭化水素燃料の低温酸化反応による発熱によって維持される。低温酸化反応は温度の上昇により抑制されるので、低温酸化反応で生成された部分酸化燃料の点火が引き続き起これば温度が 2000 K 程度の熱炎に移行し(二段点火現象)、そうでなければホルムアルデヒドなどの冷炎生成物を残して消炎する。燃料蒸気と空気の均一予混合気の場合と異なり、燃料液滴が存在している場では、液滴周囲に必ず温度と濃度にむらが発生するため冷炎が熱炎に先立って発生している可能性が充分にあるが、冷炎は発光が非常に弱いためその発生が見過ごされてきたと考えられる。

炭化水素燃料液滴の冷炎点火に関する研究は 1990 年頃から始められ、研究開始当時 NASA などが単一巨大液滴を用いて詳細な研究を行っていた。我々も、微小重力環境を利用し、自然対流の発生しない場において液滴列を高温空気に瞬時に挿入することで、冷炎点火における液滴干渉効果を実験的・数値解析的に調べていた。その準備段階で研究分担者が作成した燃料液滴列の冷炎点火数値シミュレーションで、列の端の燃料液滴で発生した冷炎が列を燃え広げる挙動が観察された。この数値シミュレーションでは、列の全ての液滴が冷炎点火可能な温度にさらされていたため、各燃料液滴の冷炎点火が時間差をもって連続的に起こる可能性もあったが、温度分布や成分濃度分布の時系列的变化を見れば、冷炎で発生した熱が未燃の蒸気層に伝わり、燃え広がりが起こっているのは明らかだった。

ならば、「雰囲気温度が冷炎点火温度に達していない場でも、冷炎が維持される程度の温度場であれば、冷炎は燃料液滴列を燃え広げるのではないか」という問が生まれた。その燃え広がり速度が熱炎の燃え広がり速度と同程度であれば、逆火や保炎に冷炎の燃え広がりが大きな影響を及ぼしていることになるので、工学的に重要な知見となると考えた。

2. 研究の目的

炭化水素燃料の液滴列を燃え広げる冷炎の観察と燃え広がり速度、燃え広がり限界温度・圧力の計測を行い、噴霧火炎の保炎技術や逆火防止対策に寄与する実験データを得ることが本研究の目的である。ここで得られる実験データは、数値シミュレーションにフィードバックされ、低温酸化反応を含んだ噴霧燃焼シミュレーションの実現に寄与すると考える。また、冷炎の燃え広がり現象の特性が明らかになれば、積極的に低温酸化反応を利用し、噴霧火炎の安定性向上や火炎長の短縮などの技術創造につながる可能性がある。

3. 研究の方法

軸対称 2 次元の冷炎燃え広がり現象を実現するために、実験は微小重力環境で行った。微小重力実験は、北海道赤平市に設置されているコスモレー落下塔(微小重力時間:約 2.5 s)を使用して実施した。冷炎燃え広がり数値シミュレーションのモデルも軸対称 2 次元とし、ANSYS Fluent 19.2 を用いて計算した。

実験装置は、冷炎点火装置、燃焼容器、液滴列支持装置、液滴生成装置、液滴列移動装置、温度制御装置、光学系、無線 LAN インターフェース、電源系統から構成されている。図 1 に実験部の概略を示す。冷炎点火装置は、点火部と自動出力調整が可能な点火回路から構成されている。点火用電熱線は、直径 0.1 mm のニッケル線であり、直径 1.0 mm の銅の単芯線にはんだ付けして使用した。本研究では、強制点火により燃料液滴列に冷炎のみを発生させるため、冷炎点火装置には熱線流速計の原理を応用した回路が組み込まれており、点火用電熱線の温度を任意の値で一定に保つことが可能である。冷炎の発生時、点火用電熱線が冷炎により加熱されることで点火回路中の差動増幅器が点火用電熱線の温度を設定値に戻そうと出力を下げるため、点火装置の出力電圧の降下が発生し、冷炎の発生が確認できる。液滴列支持装置は、直径 1.0 および 1.6 mm のステンレス管により構成された直方体形の枠になっており、直方体の長手方向対称軸上に液滴を SiC ファイバ製の懸垂線で保持し、等間隔に並べた。懸垂線は液滴列支持装置の枠を利用して X 字状に張り、その交点にガラスビーズを付けることで液滴の懸垂を容易にした。液滴生成装置は主に、先端外径が 50~60 μm のガラス管、PFA チューブ、シリンジ、エアシリンダ、燃料吐出用のリニアボールステージ、液滴生成位置制御用のリニアボールステージで構成される。エアシリンダおよびリニアボールステージで液滴生成位置までガラス管を移動させ、シリンジ内

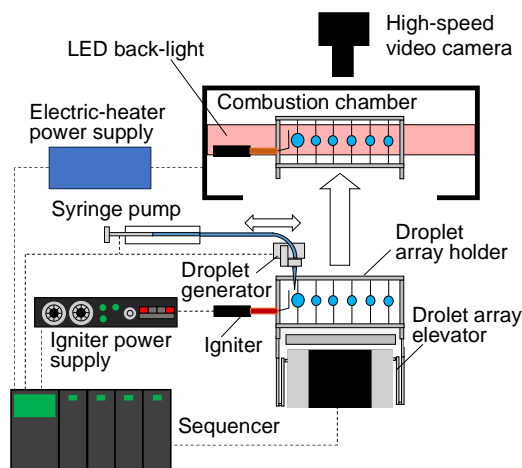


図 1 実験装置

に熱線流速計の原理を応用した回路が組み込まれており、点火用電熱線の温度を任意の値で一定に保つことが可能である。冷炎の発生時、点火用電熱線が冷炎により加熱されることで点火回路中の差動増幅器が点火用電熱線の温度を設定値に戻そうと出力を下げるため、点火装置の出力電圧の降下が発生し、冷炎の発生が確認できる。液滴列支持装置は、直径 1.0 および 1.6 mm のステンレス管により構成された直方体形の枠になっており、直方体の長手方向対称軸上に液滴を SiC ファイバ製の懸垂線で保持し、等間隔に並べた。懸垂線は液滴列支持装置の枠を利用して X 字状に張り、その交点にガラスビーズを付けることで液滴の懸垂を容易にした。液滴生成装置は主に、先端外径が 50~60 μm のガラス管、PFA チューブ、シリンジ、エアシリンダ、燃料吐出用のリニアボールステージ、液滴生成位置制御用のリニアボールステージで構成される。エアシリンダおよびリニアボールステージで液滴生成位置までガラス管を移動させ、シリンジ内

の燃料をリニアボールステージで押し出すことで燃料を吐出させ液滴を生成する仕組みとなっている。

実験は、燃焼容器内の雰囲気温度 T_a を 473, 498, および 523 K の 3 条件に設定して行った。液滴間隔 S は、2 および 4 mm の 2 条件とした。懸垂線は、2 mm 間隔で設置し、 $S = 2$ mm の場合は液滴を 6 個、 $S = 4$ mm の場合は 4 個懸垂した。点火用電熱線温度は 1015 K に設定した。液滴支持装置が燃焼容器内の測定位置に停止してから点火装置を作動させるまでの時間を点火作動待ち時間 t_{igw} と定義し、1.0, 1.2, 2.7, および 3.4 s に変更して実験を行った。点火装置の作動時間は、1.0 または 1.5 s とした。燃料には、他研究者の冷炎実験結果と比較ができるよう正デカンを使用した。点火源となる第 1 液滴は、初期液滴直径 d_0 を 1.0 mm、第 2~6 液滴は d_0 を 0.75 mm とした。冷炎の発生を確認するため、点火装置の電圧波形をオシロスコープおよびシーケンサーにより記録した。液滴直径の計測には、液滴の背後からバックライトを当てるバックリット法を用い、液滴の輪郭を CMOS カメラで撮影した。撮影した液滴の画像から、自作のプログラムを用いて液滴直径を計測し、得られた液滴直径履歴から冷炎燃え広がり速度 V_{cf} を算出した。

4. 研究成果

通常重力場において点火作動待ち時間を変化させ、各点火作動待ち時間ごとに燃焼容器内の雰囲気温度を 473, 498, および 523 K として実験を行った。雰囲気温度 473 K の第 2 液滴の液滴直径の 2 乗履歴から、約 2.2 s において傾き、すなわち瞬時蒸発速度係数が大きく変化していることがわかった。これは、蒸発していた燃料液滴に冷炎が発生し、急激な液滴直径の減少が起きたためであると考えられる。全ての点火作動待ち時間において雰囲気温度 473 K の場合、第 4 液滴以降に明確な瞬時蒸発速度係数の変化が表れていなかった。このことから、第 3 液滴まで冷炎による燃え広がりが発生し、第 4 液滴に到達する前に冷炎が消炎したと考えられる。同じく雰囲気温度 498 K ではいずれの作動待ち時間でも第 3 液滴まで冷炎燃え広がりの発生が確認できた。また、523 K ではいずれの作動待ち時間においても第 4 液滴または第 5 液滴まで冷炎燃え広がりが発生していると考えられた。

雰囲気温度 473 および 498 K においては、いずれの点火作動待ち時間においても第 5 液滴には瞬時蒸発速度係数に大きな変化が見られなかったため、第 5 液滴および点火装置の影響を強く受ける第 1 液滴を除いた第 2 液滴から第 4 液滴までの冷炎燃え広がりの結果から燃え広がり速度の算出を行った。点火作動待ち時間 3.4 s の条件では、雰囲気温度 523 K の条件において第 5 液滴の瞬時蒸発速度係数に変化がみられたため、第 5 液滴も含めて計算した。点火作動待ち時間が平均冷炎燃え広がり速度に及ぼす影響について調べた結果、点火作動待ち時間 1.2 および 2.7 s では、平均冷炎燃え広がり速度は増大する傾向を示した。また、点火作動待ち時間 3.4 s の条件においても点火作動待ち時間および雰囲気温度の増大に伴い、平均冷炎燃え広がり速度は増大した。これは、点火作動待ち時間が短く雰囲気温度も低い条件と比較して点火作動待ち時間が長く雰囲気温度も高い条件のほうが燃料蒸気がより多く発生し、液滴の周囲に燃え広がりに十分な可燃混合気層が発生するためであると考えられ、液滴の初期加熱期間および未燃液滴周囲に発生する燃料蒸気層の形成に要する時間が冷炎燃え広がり速度に大きく影響していることがわかった。

微小および通常重力場において、雰囲気温度を 523 K、点火作動待ち時間を 1.0 s、液滴間隔を 2 および 4 mm として実験を行った。実験は成功し、微小重力環境で正デカン液滴列を燃え広がる冷炎の燃え広がり速度を取得することができた。図 2 に微小重力場、液滴間隔 2 mm の条件においてバックリット法により撮影した液滴の画像を示す。図中の経過時間 1 s の画像が点火装置の作動した時刻であり、それ以降の 2 s および 2.43 s では冷炎による燃え広がりが発生していると考えられる。微小重力場における雰囲気温度 523 K、液滴間隔 2 mm の条件での液滴直径履歴から、第 1 液滴は約 1.37 s で瞬時蒸発速度係数が大きく変化した。このことから、点火装置作動後約 0.37 s で冷炎が発生したと考えられる。加えて、第 1 液滴以降も瞬時蒸発速度係数に大きな変化が表れていることから第 6 液滴まで冷炎が燃え広がっていると考えられる。また、微小重力場における液滴間隔 4 mm の条件でも同様に冷炎燃え広がりの発生が観察された。

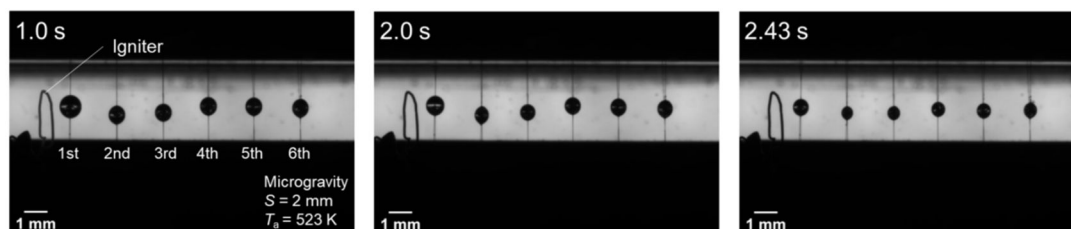


図 2 冷炎燃え広がり中の正デカン液滴列のバックリット連続画像（微小重力環境）。

図 3 に微小重力場および通常重力場における無次元液滴間隔 S/d_0 と正規化冷炎燃え広がり速度 $V_{cf}d_0$ の関係を示す。微小重力場において、無次元液滴間隔の増大に伴って正規化冷炎燃え広がり速度が増大する傾向が示唆された。熱炎については、熱炎燃え広がり速度は、無次元液滴間

隔のある値をピークに速度が増大から減少に転じる傾向を示すことがわかっている．本実験で取得した燃え広がり速度を熱炎のそれと比較すると，冷炎の正規化火炎燃え広がり速度は熱炎の1/10程度であることがわかった．これは，冷炎のほうが熱炎と比較して発熱量が小さく，液滴の加熱時間および化学反応時間が長くなるためであると考えられる．両者の燃え広がり速度は大きく異なるが，液滴間隔2および4 mmの範囲では，液滴間隔の増大に伴って燃え広がり速度が増大した点は同じ傾向である．これは，同じ距離を冷炎が進む間に加熱しなければならない液滴数が減少したためだと考えられる．熱炎の場合，液滴間隔4 mm以上では，燃え広がり速度が液滴の初期加熱から高温域の熱伝導へと変化するため，液滴間隔の増大に伴って燃え広がり速度は減少することがわかっている．冷炎においても同様の傾向を示すことが予想されるが，通常重力環境では燃え広がりが発生しなかった．そこで，今後 S/d_0 を大きくした実験を微小重力環境で行う必要がある．図4に，数値シミュレーションの計算結果を示す．液滴初期直径および雰囲気温度が実験条件と異なっているため，现阶段では直接の比較はできないが，正規化して比較すると冷炎の燃え広がり速度は実験データと比較的近い値を示している．今後，実験条件に合わせて計算格子を作成し，実験結果と計算結果を比較・検討する．

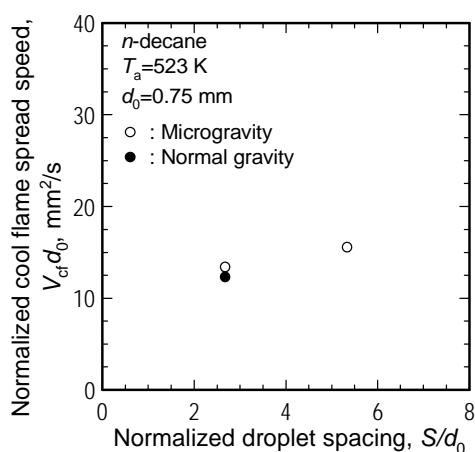


図3 冷炎燃え広がり速度に及ぼす液滴間隔の影響．

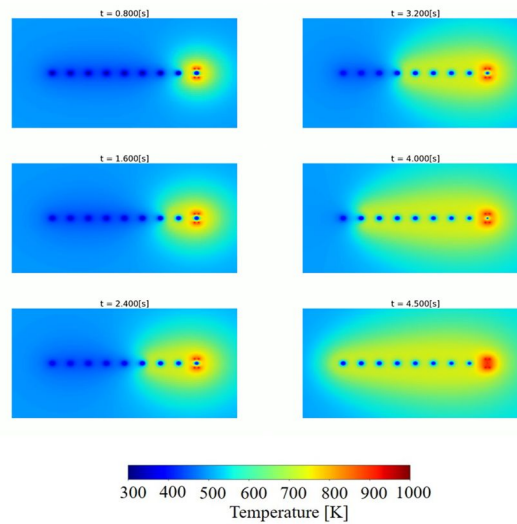


図4 微小重力環境で正デカン液滴列を燃え広がる冷炎周囲の温度分布の数値シミュレーション結果(雰囲気:空気, 雰囲気温度:500 K, 初期直径:1 mm, 液滴間隔:4 mm)．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Iku Saito, Hodaka Sano, Hiroshi Nomura, Yusuke Suganuma	4. 巻 39
2. 論文標題 Effect of products of low temperature oxidation reaction on NOx reduction in HC-SCR system	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. Combust. Inst.	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.proci.2022.07.250	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kazuki Iemura, Masanori Saito, Yusuke Suganuma, Masao Kikuchi, Yuko Inatomi, Hiroshi Nomura, Mitsuaki Tanabe	4. 巻 39
2. 論文標題 Study on spatial-temporal dynamics of cool flame oscillation phenomenon occurred around a fuel droplet array by using variational auto-encoder	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. Combust. Inst.	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.proci.2022.09.047	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Iku SAITO, Shogo SHINKAI, Hiroshi NOMURA, Yusuke SUGANUMA	4. 巻 39
2. 論文標題 Development of forced cool-flame ignition and detection device for a fuel droplet	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Int. J. Microgravity Sci. Appl.	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15011/jasma.39.390303	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Masanori SAITO, Yurie OHNO, Hirotaka KATO, Yusuke SUGANUMA, Akiyo TAKAHASHI, Masato MIKAMI, Masao KIKUCHI, Takehiko ISHIKAWA, Yuko INATOMI, Kenichi TAKAHASHI, Osamu MORIUE, Hiroshi NOMURA, and Mitsuaki TANABE	4. 巻 19
2. 論文標題 Numerical Prediction of the Spontaneous Ignition of Cool Flame for the Microgravity Experiment by Using Sounding Rocket	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Trans. JSASS Aerospace Tech. Japan	6. 最初と最後の頁 539-544
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 齋藤 郁, 佐藤 信也, 野村 浩司, 菅沼 祐介, 三阪 遥	4. 巻 52
2. 論文標題 低温酸化反応を用いた軽油改質技術によるHC-SCRの開発	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 自動車技術会論文集	6. 最初と最後の頁 955-960
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mitsuaki TANABE, Masanori SAITO, Yusuke SUGANUMA, Masato MIKAMI, Masao KIKUCHI, Yuko INATOMI, Osamu MORIUE, Hiroshi NOMURA	4. 巻 37
2. 論文標題 Scope of PHOENIX-2 Sounding Rocket Experiment, "Cool Flame Dynamics in Multi-droplet Ignition"	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Int. J. Microgravity Sci. Appl.	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15011/jasma.37.4.370401	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 菅沼 祐介, 齊藤 允教, 後藤 芳正, 山村 宜之, 山本 信, 野倉 正樹, 三上 真人, 菊池 政雄, 稲富 裕光, 森上 修, 野村 浩司, 田辺 光昭	4. 巻 37
2. 論文標題 観測ロケットを利用した燃料液滴冷炎燃焼実験の装置開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Int. J. Microgravity Sci. Appl.	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15011/jasma.37.4.370403	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Masanori SAITO, Yurie OHNO, Hirotaka KATO, Yusuke SUGANUMA, Masato MIKAMI, Masao KIKUCHI, Yuko INATOMI, Takehiko ISHIKAWA, Osamu MORIUE, Hiroshi NOMURA, Mitsuaki TANABE	4. 巻 36
2. 論文標題 Spontaneous Ignition Behavior of n-Decane Fuel Droplet Array near Ignition Limit	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Int. J. Microgravity Sci. Appl.	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15011/jasma.36.360205	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計21件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 野村浩司, 菅沼祐介, 齊藤允教, 田辺光昭, 高橋晶世, 高橋賢一, 森上修, 三上真人, 後藤芳正, 山村宜之, 野倉正樹, 山本信, Eigenbrod Christian, 石川毅彦, 菊池政雄, 嶋田徹, 稲富裕光
2. 発表標題 複数液滴の冷炎ダイナミクスに関する観測ロケット実験 (PHOENIX-2)
3. 学会等名 第38回宇宙環境利用シンポジウム 2024年1月16日 宇宙航空研究開発機構
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 藤枝佑毅, 菅沼祐介, 齊藤允教, 田辺光昭, 野村浩司
2. 発表標題 微小重力場における高温雰囲気中での燃料液滴列の冷炎燃え広がり
3. 学会等名 日本マイクロ重力ティ応用学会第35回学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中川 光葉 (日本大), 野村 浩司, 菅沼 祐介
2. 発表標題 デカン単一液滴蒸発の非正常性に及ぼす雰囲気圧力の影響に関する微小重力実験
3. 学会等名 第31回微粒化シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐野 穂高, 齋藤 郁, 野村 浩司, 菅沼 祐介
2. 発表標題 低温酸化反応を利用したNOx低減技術の検討
3. 学会等名 第60回燃焼シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 菅沼祐介, 齋藤允教, 菊池政雄, 稲富裕光, 三上真人, 森上修, 野村浩司, 田辺光昭
2. 発表標題 微小重力環境を用いた複数液滴の冷炎ダイナミクスの解明 -PHOENIX2プロジェクト状況進捗報告-
3. 学会等名 日本マイクログラビティ応用学会第34回学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤枝祐毅, 齋藤郁, 齋藤允教, 菅沼祐介, 田辺光昭, 野村浩司
2. 発表標題 強制点火装置を用いた冷炎燃え広がり現象の観察
3. 学会等名 日本マイクログラビティ応用学会第34回学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hideaki Ikezawa, Masanori Saito, Yusuke Suganuma, Mitsuaki Tanabe, Hiroshi Nomura
2. 発表標題 Influence of Difference in Ambient Temperature and Inter-Droplet Distance on Cool Flame Spread Behavior of Fuel Droplet Array
3. 学会等名 COSPAR-2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Iku Saito, Shinya Sato, Hiroshi Nomura, Yusuke Suganuma, Haruka Misaka
2. 発表標題 Improvement of HC-SCR Performance by Fuel Reforming Using a Low Temperature Oxidation
3. 学会等名 SAE world Congress Express (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 新海祥悟, 齋藤 郁, 菅沼祐介, 野村浩司
2. 発表標題 燃料液滴列の冷炎燃え広がり実験用点火装置の開発
3. 学会等名 日本マイクログラビティ応用学会第33回学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 池澤英明, 家村和輝, 齋藤允教, 菅沼祐介, 田辺光昭, 野村浩司
2. 発表標題 燃料液滴列における冷炎伝播に関する数値解析
3. 学会等名 日本マイクログラビティ応用学会第33回学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菅沼祐介, 齋藤允教, 菊池政雄, 稲富裕光, 三上真人, 森上修, 野村浩司, 田辺光昭
2. 発表標題 PHOENIX-2, -複数液滴の冷炎ダイナミクスの解明-, プロジェクト状況報告
3. 学会等名 日本マイクログラビティ応用学会第33回学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菅沼祐介, 齋藤允教, 野村浩司, 田辺光昭, 高橋晶世, 高橋賢一, 森上修, 三上真人, 後藤芳正, 山村宜之, 山本信, 野倉正樹, Eigenbrod Christian, 菊池政雄, 嶋田徹, 稲富裕光
2. 発表標題 複数液滴の冷炎ダイナミクスに関する観測ロケット実験"PHOENIX-2"進捗報告
3. 学会等名 第36回宇宙環境利用シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 郡司直人, 菅沼祐介, 野村浩司
2. 発表標題 液滴列を燃え広がる冷炎の挙動観察微小重力実験装置
3. 学会等名 日本マイクログラビティ応用学会第32回学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清水 雄斗, 野村浩司, 菅沼祐介
2. 発表標題 単一燃料液滴蒸発の非正常性に及ぼす初期液滴直径の影響
3. 学会等名 第58回燃焼シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田辺光昭, 齊藤允教, 菅沼祐介, 野村浩司, 高橋晶世, 高橋賢一, 森上修, 三上真人, 後藤芳正, 山村宜之, 山本信, 野倉正樹, Eigenbrod Christian, 石川毅彦, 菊池政雄, 嶋田徹, 稲富裕光
2. 発表標題 複数液滴の冷炎ダイナミクスに関する観測ロケット実験"PHOENIX-2"進捗報告
3. 学会等名 第35回宇宙環境利用シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菅沼祐介, 齊藤允教, 後藤芳正, 山村宜之, 山本信, 野倉正樹, 菊池政雄, 稲富裕光, 三上真人, 森上修, 野村浩司, 田辺光昭
2. 発表標題 複数液滴の冷炎ダイナミクスに関する観測ロケット実験"PHOENIX-2" (液滴燃焼実験装置の開発)
3. 学会等名 第35回宇宙環境利用シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 齋藤 郁, 野村浩司, 菅沼祐介
2. 発表標題 微小自由液滴の冷炎点火観察装置の開発
3. 学会等名 第57回燃焼シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村上洋輔, 野村浩司, 菅沼祐介
2. 発表標題 微小重力環境を用いた高温・高圧環境における正デカン単一液滴の蒸発と自然対流の影響非正常性に関する実験的研究
3. 学会等名 第57回燃焼シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 齋藤允教, 大野友利恵, 加藤宏隆, 菅沼祐介, 高橋晶世, 三上真人, 菊池政雄, 石川毅彦, 稲富裕光, 高橋賢一, 森上修, 野村浩司, 田辺光昭
2. 発表標題 液滴列から生じる冷炎の自発点火位置に及ぼすルイス数の影響
3. 学会等名 日本マイクログラビティ応用学会第31回学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusuke SUGANUMA, Masanori SAITO, Masato MIKAMI, Masao KIKUCHI, Takehiko ISHIKAWA, Yuko INATOMI, Osamu MORIUE, Hiroshi NOMURA, Mitsuaki TANABE
2. 発表標題 Aircraft Parabolic Flight Experiments on Spontaneous Ignition of Cool Flame for Sounding Rocket Space Experiments
3. 学会等名 32rd International Symposium on Space Technology and Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yosuke Murakami, Hiroshi Nomura, Yusuke Suganuma
2. 発表標題 Experimental study on unsteadiness of n-decane single droplet evaporation and effect of natural convection on droplet evaporation at high pressures and temperatures
3. 学会等名 32rd International Symposium on Space Technology and Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Hiroshi Nomura, Shinji Nakaya, Mitsuhiro Tsue	4. 発行年 2020年
2. 出版社 AIAA	5. 総ページ数 787
3. 書名 High-Pressure Flow for Propulsion Applications, Chapter 1: Microgravity Research on Quasi-Steady and Unsteady Combustion of Fuel Droplet at High Pressures	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	田辺 光昭 (Tanabe Mitsuaki) (90291707)	日本大学・理工学部・教授 (32665)	
研究分担者	菅沼 祐介 (Suganuma Yusuke) (60739035)	日本大学・生産工学部・准教授 (32665)	
研究分担者	齊藤 允教 (Saito Masanori) (20801020)	日本大学・理工学部・准教授 (32665)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ドイツ	Bremen University	DLR		