



研究技術内容

【主なテーマ】

- ・熱面・スパーク・レーザーなどによる可燃性ガスの着火エネルギー／着火温度予測
- ・水素・アンモニア等カーボンニュートラル対応エネルギーの着火・燃焼性評価
- ・火炎の吸引消炎技術の開発

技術要点説明

今村研究室 研究概要

ACADEMIC FIRE! ～燃焼現象の学理から、安全・安心で革新的なものづくりに貢献する～

可燃性物質の着火、火災伝播・圧力上昇・伝熱挙動、消炎挙動を、燃焼学の理論に基づいた仮説とその実験的及び数値的検証により明らかにし、燃焼現象の学理の進歩に貢献します。それを踏まえて、火災・爆発事故を防止し、燃焼現象を実生活に有効に活用できる革新的な技術の開発を目指します。

#1: 各種着火源の着火学理

未解明点が多い「ガス噴出時の着火性」の解明を最終目的とし、熱面、熱線、容量スパーク、アーク放電、レーザーなど様々な着火源による流動性ガスの着火性学理的に明らかにします。

【検討対象の研究テーマ】

- ✓ 流動する可燃性予混合気の消炎距離予測モデル
→MIE予測への発展・フレームアレスター等の設計・静電気着火リスク評価等への応用
- ✓ レーザーブレイクダウンによる可燃性予混合気の着火臨界条件 →エンジンの革新的着火技術に有用
- ✓ 流動する可燃性予混合気の熱面・熱線着火条件
→基板上発熱体の防熱設計、電線着火等の防止に有用
- ✓ 超希薄燃焼達成をめざした着火及び混合気組成の検討
→エンジンの革新的着火技術に有用
- ✓ アーク放電での可燃性予混合気の着火臨界条件
→接点での放電、コンセント抜き差しでの放電などの着火性
- ✓ 噴出可燃性ガスの着火性評価モデル
→上述の予混合気での知見を踏まえ、燃料が噴出して周囲空気を巻き込むことによるジェットの着火性評価
- ✓ 微小重力環境における流動ガスの着火性
→通常重力での結果を踏まえ、微小重力環境下での着火挙動を実験と伝熱工学（対流影響）の知識を絡めて検討

#2: 着火学理の応用研究

#1での着火性評価研究結果を用いて、現実の技術課題に対応します。例えば2050年カーボンニュートラルをめざした新規冷媒の着火・燃焼性や自己分解反応性、水素・アンモニアの拡散挙動などについて調べています。

【検討対象の研究テーマ】

- ✓ HFO系新規冷媒の熱面着火性評価
→国際規格にのっとり着火性評価試験を行い、熱面着火温度を明確にすることで取り扱い基準の策定につなげ、冷媒の実用化までもっていく
- ✓ アンモニアの拡散挙動観測と数値シミュレーション
→2050年カーボンニュートラル達成のために実用化が目標されているアンモニアエンジンに注目し、その拡散挙動を数値シミュレーション及び実験によって調べます。

#3: 革新的消火・防火技術の開発

#1-#2での知見を踏まえ、人的・物的な安全を確保しつつ効果的に消火・防火できる、新たな消火技術の開発をめざします。

【検討対象の研究テーマ】

- ✓ 宇宙船内火災を想定した微小重力環境下における吸引消火技術の開発
- ✓ 傾斜した電線上を伝播する火炎の挙動

#4: 燃焼安全研究の機械学習・データサイエンスとの融合

昨今の発展著しいデータサイエンス・IoTとの融合を目指します。ビッグデータを用いた火災情報解析等で得られる防災教訓や、#1-#4で得られた学理的知見・モデルを人工知能（AI）に学習させることにより、防災情報を自動的に取得できるシステム構築を目指します。

【用いる研究手法】

- 熱着火理論：未燃混合気への入熱及び反応熱と放熱のつり合いをモデル化、微分方程式を解く→熱面・熱線着火、実験およびFLUENT
- 連鎖着火理論：ラジカルの生成速度と失活速度を議論、CHEMKINやCanteraなどによる素反応の考慮が必要
- プラズマ理論：量子力学、光学、電磁気学に基づき、アーク放電やレーザープラズマの生成機構及びそのエネルギー特性に注目。熱着火と連鎖着火の合わせ技
- モデル実験：それぞれの現象を丁寧に再現した実験を実施。シュリーレン高速撮影法、イメージングシフトエアによるOHラジカル計測、PIV計測、サーモグラフィ、高速電流電圧計測、画像解析（二値化、自動追跡等）、レーザービームプロファイリングなどを駆使。
- 数値シミュレーション：化学平衡計算（CHEMKIN, Cantera）による燃焼速度、着火遅れ、火災温度、反応解析、FLUENT, VizSparkによる放電・伝熱・燃焼現象の解析

産業への活用方向

各種可燃性ガス導入時の着火・爆発リスクの評価、水素・アンモニア等 SDGs に対応した次世代エネルギーを用いた燃焼機器開発、効果的消火技術の開発などに対応可能です。

関係する大学・企業等

東京理科大学、東京都立産業技術研究センター、電力中央研究所、豊橋技術科学大学、など

研究室概要

研究分野	燃焼工学、安全工学
主研究テーマ	可燃性ガスの着火性、高効率着火技術、吸引消炎技術の学理とその応用
主要キーワード	着火、消炎、燃焼、脱炭素エネルギー（水素、アンモニア）、冷媒、リスク評価
研究室 HP	https://imamura-lab.labby.jp/

特記事項

①着火性、消炎技術の研究はいずれも学術的な基礎研究の段階ですが、科学研究費の補助を受けているものもあり、学術論文は毎年数本発信しています。冷媒着火性の研究は NEDO からの受託研究として実施しています。

49