

補助事業番号 2021M-193
補助事業名 2021年度微粒化における粒径測定法の確立と機械学習による粒径分布の
予測 補助事業
補助事業者名 岐阜大学工学部・朝原誠

1 研究の概要

初期液滴直径、液滴表面張力、気流速度などの初期条件を変化させた場合における微粒化後の粒径、数密度、液滴速度などをシャドウサイジング法により測定し、初期条件と微粒化後の粒径、数密度、液滴速度等の時系列データを紐づけたビッグデータを構築した。さらに、これらのビッグデータを分析し、粒径、数密度、液滴速度等の予測式を構築した。

2 研究の目的と背景

脱炭素社会に向けたエネルギー改革により、自動車の脱ガソリン化が進められているが、工業生産分野や航空宇宙分野においてもグリーン燃料利用等による完全脱炭素化が求められる。そこで、燃料の変化に伴い、噴霧燃焼を用いる航空宇宙機や船舶等のエンジン、工業用バーナのチューニングや新規開発が必要とされる。そこで、噴霧燃焼における①液体の微細化、②液体の蒸発および気体との混合、③燃焼、の3つの素過程のうち、特に重要である①液体の微細化に注目し、噴霧燃焼モデルの構築に向けた液体噴射による微粒化メカニズムの解明を将来的な目標とした。本事業では、微粒化の最小クラスタである単一液滴の微粒化後における、微細液滴の粒径、数密度、分布を示すモデル式の提案を目指した。

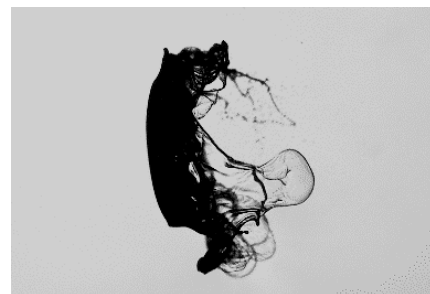
3 研究内容

(1) 圧縮流体流れにおける液滴の微細化に関する研究

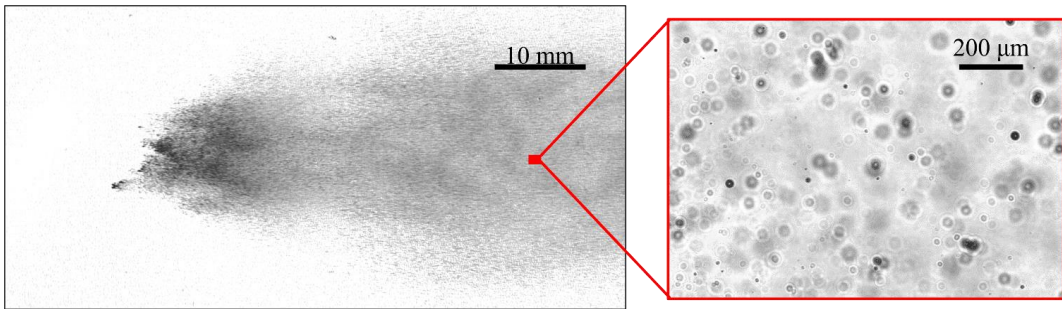
<https://www1.gifu-u.ac.jp/~asatolab/biryuuka2021/%E3%83%9B%E3%83%BC%E3%83%A0%E3%83%9A%E3%83%BC%E3%82%B8.html>



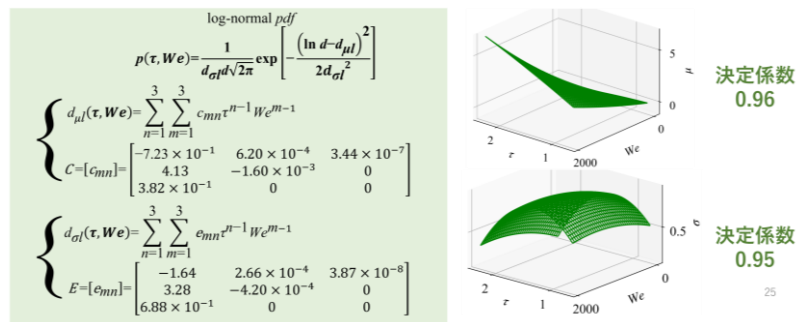
製作した衝撃波誘起微粒化装置



気流により単一液滴が微粒化する様子



粒径測定のための高解像度撮影画像



粒度分布予測式

(2) 微粒化粒径測定手法の開発

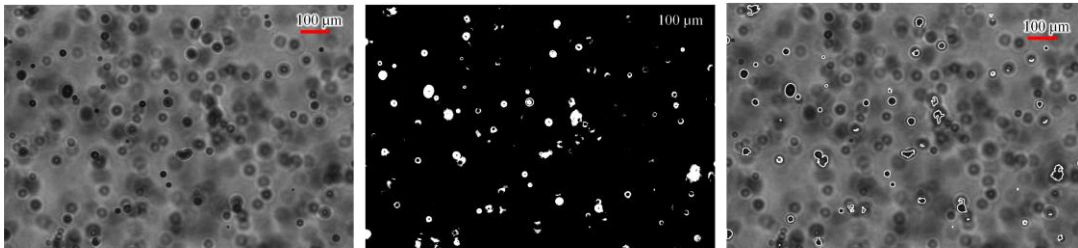


図4 オリジナル画像

図5 二値化画像

図6 輪郭抽出画像

粒径測定画像処理法による画像処理結果

(左：オリジナル画像、中央：二値化画像、右：輪郭抽出画像)

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

炭化水素の燃焼エネルギーを運動エネルギーに変換する自動車のレシプロエンジンや飛行機・船舶等のガスタービンエンジンにおける高効率化が見込まれる。さらに、この事業で得られる知見は、次世代航空機エンジンとして開発が進められているスクラムジェットエンジンの炭化水素燃料作動実現に大きく貢献する。スクラムジェットエンジンでは、超音速気流中で液体燃料を燃焼させるため、極めて短時間に液体を微粒化する必要がある。本事業で得られた成果により、効率よく液体燃料を微粒化する噴射条件を提案することができる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

2017年度にJKA補助事業において、レーザー衝撃波発生法を開発し、既往研究に比べて衝撃波の条件精度とタイミング制御精度が飛躍的に向上した。その結果、高時空間精度かつ高再現度での微粒化挙動撮影が可能となった。本事業では、過去に開発したレーザー衝撃波発生法により撮影された精緻データを分析するために、画像処理、データサイエンス、機械学習等による分析ツールを作成した。さらに微粒化による粒径分布予測式を導出した。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

(1) 情報可視化シンポジウム2022における講演発表

発表者：矢田、水野、岩崎、中田、朝原、宮坂

題目：単一液滴微粒化の時系列画像処理による微細粒子の時空間分布測定

(2) 流体力学会年会2022における講演発表

発表者：矢田、水野、岩崎、中田、朝原、宮坂

題目：単一液滴の衝撃波誘起微粒化における微細粒子の時空間分布

(3) 流体力学会年会2022における講演発表

発表者：水野、矢田、岩崎、中田、朝原、宮坂

題目：高Weber数帯における単一液滴の変形特性

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

なし

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 東海国立大学機構岐阜大学

(トウカイコクリツダイガクキコウギフダイガク)

住 所： 〒501-1193

岐阜県岐阜市柳戸 1-1

担 当 者： 准教授・朝原誠 (アサハラマコト)

担 当 部 署： 工学部機械工学科 (コウガクブキカイコウガッカ)

E - m a i l : asahara@gifu-u.ac.jp

U R L : <https://www1.gifu-u.ac.jp/~asatolab/index.html>