



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	INVESTIGATION OF DROPLET EVAPORATION CHARACTERISTICS OF CONVENTIONAL AND CARBON-NEUTRAL TRANSPORTATION FUELS UNDER VARIOUS TEMPERATURE AND PRESSURE CONDITIONS [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Leang, So Khuong
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第16342号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/95169
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Leang_So_Khuong_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 Leang So Khuong

審査担当者 主 査 准教授 橋本 望
副 査 教 授 藤田 修
副 査 教 授 大島 伸行
副 査 教 授 永田 晴紀

学位論文題名

INVESTIGATION OF DROPLET EVAPORATION CHARACTERISTICS OF CONVENTIONAL AND CARBON-NEUTRAL TRANSPORTATION FUELS UNDER VARIOUS TEMPERATURE AND PRESSURE CONDITIONS

(様々な温度・圧力条件下での従来型およびカーボンニュートラル輸送燃料の液滴蒸発特性に関する研究)

液体燃料は産業において幅広く利用されており、現代の産業は液体燃料無くしては成り立たないと言っても過言では無い。液体燃料由来の CO₂ 排出量削減のため、様々なカーボンニュートラル液体燃料の研究開発が行われている。噴霧燃焼技術は液体燃料の利用方法として最も一般的で広く使われている技術であり、噴霧された燃料液滴の蒸発特性は燃料の噴霧燃焼特性に大きな影響を与える現象である。本研究は、比較的新しいカーボンニュートラル液体燃料である水素化処理植物油 (Hydrotreated Vegetable Oil: HVO) のサロゲート燃料およびアンモニアの液滴蒸発特性を明らかにしたものである。

第 1 章は序論であり、本研究の背景および動機付け、本研究で取り扱う HVO およびアンモニアの概要、対象燃料の代表的なアプリケーションの一つである圧縮着火エンジンの将来展望、および本研究のねらいと目的について説明している。

第 2 章では、本研究に関連する既往研究論文のレビューを述べ、未だ解決されていない課題について説明するとともに、本研究の重要性について述べている。

第 3 章では、本研究で使用した実験装置および実験方法について述べている。HVO サロゲート燃料液滴の蒸発実験については、当研究室の既往研究で使用してきた実験装置を使用してきたが、アンモニアは腐食性があるため、アンモニア液滴の蒸発実験については、高圧チャンバ内に装置駆動用モータ等が配置されているこれまでの実験装置をそのまま使用することができない。そこで本研究では、液滴蒸発実験で必要となる液滴の生成や移動機構を駆動するためのモータ類を高圧チャンバの外に配置する装置を新規に設計し、高圧チャンバ自体もアンモニアに対して耐食性のある材料で新規に設計・製作し直した。本章では既往研究および HVO サロゲート燃料の実験で使用してきた実験装置について簡単に説明するとともに、本研究で新規開発した実験装置の詳細、実験方法、実験データの解析方法について詳しく説明している。

第 4 章では、HVO サロゲート燃料液滴蒸発実験とアンモニア液滴蒸発実験で得られた実験結果および解析結果について説明し、得られた結果についての議論を行っている。HVO サロゲート燃料液滴蒸発実験では、HVO サロゲート燃料を構成する各成分単体の蒸発特性を把握するとともに、HVO

サロゲート燃料液滴と軽油液滴の蒸発特性の比較検討を行い、HVO サロゲート燃料液滴の方が軽油よりも蒸発寿命が短いことを明らかにした。また、液滴蒸発寿命の雰囲気圧力依存性は雰囲気温度によって変化し、雰囲気温度が燃料の HVO サロゲート燃料の臨界温度よりも高い場合と低い場合で逆の傾向となることを明らかにした。また、アンモニア液滴蒸発実験では、世界で初めて様々な雰囲気温度場におけるアンモニア液滴蒸発データの取得に成功するとともに 2 本の液滴懸垂線の 1 本を極細の熱電対とすることで蒸発中アンモニア液滴の温度計測データ取得にも成功している。さらに、液滴表面を熱力学的平衡状態とする準定常過程を用いた熱・物質拡散連立方程式を解くことにより液滴直径の時間変化を求める数値計算を行った結果、液滴蒸発の最後期を除いて、数値計算結果がアンモニア液滴蒸発過程を良く再現できることを明らかにした。液滴蒸発の最後期に実験結果と計算結果の差異が大きくなる原因は、実験で使用したアンモニアに含まれる 0.1% 程度の不純物(そのほとんどは水と推測される)によるものであると考えられる。

第 5 章では、本研究の結論を簡潔に述べている。

以上のように、本論文では、将来の液体燃料のカーボンニュートラル化の切り札として注目されている HVO およびアンモニアの様々な雰囲気温度・圧力における液滴蒸発特性を明らかにするとともに、液滴表面を熱力学的平衡状態かつ準定常状態と仮定した数値計算によってアンモニア液滴の蒸発特性を精度良く予測できることが示された。これらの知見は、HVO およびアンモニアを用いる噴霧燃焼技術を取り扱う様々な産業機器の改良や新規開発に貢献することが期待される成果であり、燃焼工学の発展に寄与するところ大なるものがある。よって、著者は北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。