



Title	質量およびエンタルピーを保存する液滴内部分布を考慮した多成分燃料用液滴蒸発モデルの開発と精度検証 [全文の要約]
Author(s)	内藤, 雄心
Description	この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。 https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14874号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/85288
Type	doctoral thesis
File Information	Yushin_Naito_summary.pdf



学位論文題目：質量およびエンタルピーを保存する液滴内部分布を考慮した 多成分燃料用液滴蒸発モデルの開発と精度検証

内藤雄心

本研究の目的は、高精度な多成分燃料用液滴蒸発モデルを構築するとともに、単一液滴蒸発実験結果と比較することで構築したモデルの予測精度を明らかにすることである。

第一章では、噴霧燃焼シミュレーション技術の開発事例と噴霧燃焼シミュレーション技術による革新的燃焼技術の創出事例を概説するとともに、本研究の社会的意義を示している。研究動機の一つとして、噴霧燃焼シミュレーションにおいて、液滴蒸発モデルの選定によっては火炎構造の予測が異なるという報告を示している。高精度な液滴蒸発モデルを構築するために、実機で使用されている燃料の多くは化石燃料であることから、複数の化学種から構成されている多成分燃料を本研究でモデリングする対象燃料とした。多成分燃料では時々刻々の揮発性が異なることから、液滴内部に濃度および温度分布が形成されることが考えられる。内部分布式として、球対称の多成分液滴の熱拡散方程式および物質拡散方程式の解析解で与える多成分燃料用液滴蒸発モデルが提案されている。しかし、気相では質量およびエンタルピーの準定常状態における拡散を仮定している一方で、液相では質量およびエンタルピーの非定常状態における拡散を仮定していることである。そこで、本研究では仮定の差異を埋める関係式を考慮した内部分布式を構築した。

第二章では、本研究で構築した多成分燃料用液滴蒸発モデルの導出過程を示している。本研究では、液滴内部の濃度および温度分布に対して一様分布と勾配をもつ分布の境界を考慮した分布を導出している。本研究では球対称の多成分燃料液滴の熱拡散方程式および物質拡散方程式の解析解に対して、タイムステップ毎に質量およびエンタルピーが保存するような関係式を適用している。また、従来の液滴蒸発モデルでは気相における熱輸送と物質輸送のカップリングを考慮しているが、本研究で構築したモデルでは気相における熱輸送と物質輸送を個別に解くことで精度向上を図っている。

第三章では、分解軽油サロゲート燃料を対象として、様々な雰囲気温度における液滴寿命の実験値と予測値を比較している。高温雰囲気においては実験値と予測値の差異は小さいことを明らかにした。また、予蒸発過程を模擬することによって様々な雰囲気温度において実験値と予測値がよく一致することがわかった。さらに、雰囲気温度の増加とともに、内部分布を一様分布のモデルの差異による予測値の差異は増加するが、ある雰囲気温度からはモデルの差異による予測値の差異が減少傾向に転じることがわかった。

第四章では、イソオクタン-エタノール混合燃料を対象として、雰囲気温度 340 K と 480 K において、様々な混合割合で実験値と予測値を比較している。いずれの雰囲気温度においてもエタノールの混合割合が小さい場合は、予測値と実験値はよく一致することがわかった。

第五章は、前章までの内容を総括し結論とした。