

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	山田 眞平
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 飽和炭化水素異性体の燃焼特性に関する研究 (Study on the Combustion Characteristics of Saturated Hydrocarbon Isomers)			
論文審査担当者			
主 査	准教授	下栗 大右	印
審査委員	教 授	三好 明	印
審査委員	教 授	遠藤 琢磨	印
審査委員	教 授	西田 恵哉	印
審査委員	准教授	尾形 陽一	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>地球温暖化やエネルギーセキュリティの観点から、バイオ燃料のようなカーボンフリーかつ自給自足可能な代替燃料が求められている。次世代バイオ燃料の候補の一つに、種々の分子構造を有する飽和炭化水素が混在するものが存在する。しかし、飽和炭化水素の分子構造が燃焼特性に与える影響については未解明な部分が多い。そこで、本研究では複数の飽和炭化水素異性体の着火遅れ期間および燃焼速度の測定および数値計算を行い、分子構造が燃焼特性に与える影響とそのメカニズムを解明することを目的とする。</p> <p>第1章では、今後使用される可能性のある次世代バイオ燃料の特徴を述べ、次世代バイオ燃料の構成成分の燃焼特性について既往の研究を交えながら整理し問題点について言及する。異性体燃料が燃焼特性に与える影響に関する文献は少なく、C8以下の低分岐構造に限られていることから、本研究では高分岐構造を有する飽和炭化水素の燃焼特性を調査することで、分子構造が燃焼特性に与える影響について明らかにすることを目的とした。</p> <p>第2章では、着火遅れ期間の測定に用いた衝撃波管の詳細とその性能評価について述べている。一般的な衝撃波管は高温高圧場を維持できる時間が10ms程度であることから着火遅れ期間の長い低温条件での測定は限られている。本研究に用いた衝撃波管は折返し構造により19m以上の管路長を確保することで40ms以上の長試験時間を実現している。また、高精度な着火遅れ計測を実現するCRV法も導入されている。</p> <p>第3章では、飽和炭化水素の着火遅れ期間に関する実験結果、計算結果を述べている。ノナン構造異性体の着火遅れ期間を測定した結果、分岐0(直鎖構造)、分岐1、分岐2、分岐4とメチル基の数が増加するごとに中温域における着火遅れ期間が長期化することを実験的に明らかにした。感度解析の結果、高分岐飽和炭化水素では低温分岐反応が進行しにくく、管状エーテル形成反応を経由する割合が高まることが判明した。さらに着火遅</p>			

れ期間の異なる燃料を混合した際の影響について検証を行った結果、混合燃料の着火遅れ期間は混合割合に対して非線形な挙動を取ることが明らかとなった。また、ガソリン模擬燃料である PRF90 の着火遅れ期間と比較から、 C_9H_{20} 異性体でオクタン価 90 を得るには着火遅れ期間の長い高分岐異性体燃料を 85%以上混合する必要があることが示唆された。

第 4 章では、飽和炭化水素の燃焼速度に関する実験結果、計算結果を述べている。ノナンの燃焼速度は当量比 1.1 でピークをとり、そこから当量比が増加減少するにつれ燃焼速度は低くなる傾向を示した。また、ピーク時の燃焼速度は高分岐異性体 (2,2,4,4-テトラメチルペンタン) の方が直鎖ノナンに比べて低い値を取ることが実験的に明らかとなった。感度解析の結果、燃焼速度が低下したのは 2,2,4,4-テトラメチルペンタンにおいて iC_4H_8 と iC_4H_7a の間で活性種を消費するループが形成され、活性種が減ぜられることによるためであることが示唆された。

最後に、第 5 章では、本論文の結論を述べている。本研究では、飽和炭化水素のメチル基が多いほど着火遅れ期間が長期化し、一方で燃焼速度は低速化することを実験、数値計算において明らかにした。

以上、本研究でえられた知見は今後の次世代バイオ燃料の設計に重要な役割を担うと期待される。よって本論文の著者は博士 (工学) の学位を授与されるに十分な資格を有する者であると認める。