

火花点火機関における圧縮自着火の物理的・化学的過程が  
ノックの生起におよぼす影響

2017 年度

松浦 勝也

主 論 文 要 旨

No.1

報告番号	㊦ 乙 第	号	氏 名	松浦 勝也
主 論 文 題 名： 火花点火機関における圧縮自着火の物理的・化学的過程がノックの生起におよぼす影響				
<p>(内容の要旨)</p> <p>火花点火機関は自動車，原動機付2輪車等の動力源として広く用いられるが，二酸化炭素排出量削減の社会的要求から熱効率改善が求められている．火花点火機関の熱効率はノックと呼ばれる異常燃焼によって制約を受け，耐ノック性能の改善は熱効率向上に直結する．この異常燃焼は伝播火炎にて燃焼が完結する前に壁近傍の予混合気が自着火することによって生ずる．つまりノックは燃料と空気の混合，圧縮による昇温などの物理的な過程に加え，化学反応の要素（着火遅れ特性）も併せ持つ．よって耐ノック性能向上のために未燃予混合気の圧縮自着火過程を物理過程，化学反応の両面から把握する必要がある．</p> <p>本研究は未燃予混合気の温度・圧力履歴の変化が着火遅れにおよぼす影響を明らかにし，得られた知見をエンジン設計に適用し，考案した耐ノック性能向上手法の効果について検証する．</p> <p>第1章では，過去に行われたノックおよび圧縮自着火に関する研究についてレビューし，本論文の目的とねらい，構成を述べた．</p> <p>第2章では，燃焼試験装置，実験方法，素反応数値計算で用いる反応および計算モデルについて説明し，圧縮着火試験の実験結果と，計算結果とを比較することで，素反応数値計算の妥当性を検証した．</p> <p>第3章では，計測期間の筒内圧力の各サイクルの挙動を調査し，ノックの生起・不生起，およびその強度は伝播火炎の燃焼位相によって一意に定まらないが，自着火時の温度・圧力に対するノック強度の依存性は高いことを明らかにした．さらに光学センサを用いることで，ノックの起点位置や定在波の形成過程を捉え，筒内圧力計測によるノック強度評価の妥当性を検証し，自着火位置とノック強度に関係性があることを示した．</p> <p>第4章では，伝播火炎の熱発生履歴の変化の変数として燃焼開始時期，燃焼期間，燃焼重心を扱い，素反応数値計算により，これらの変数の変化が自着火時刻におよぼす影響について示し，併せて混合気の初期圧力，当量比に対する感度についても解析を行い，ノックを回避し最大出力を得る熱発生履歴について示した．</p>				

第5章では、急速圧縮装置を用い、圧縮行程の異なる時刻に燃料を筒内へ噴射することで、燃料が推移する温度・圧力履歴を変化させ、温度・圧力履歴が着火遅れにおよぼす影響を示した。

第6章では、ノック起点のガス流動を適度に強化することで局所的に熱伝達を促進させ、未燃予混合気の昇温の鈍化による着火遅れ時刻の遅延をねらいとするエンジン設計を行い、燃焼試験にてその効果を検証した。

第7章では、本研究の結論を述べた。

# Thesis Abstract

No.1

Registration Number	<input type="checkbox"/> "KOU" No.	<input type="checkbox"/> "OTSU" *Office use only	Name	Katsuya Matsuura
Thesis Title				
Effect of Physical / Chemical Process of Compression Auto Ignition to the Knock Onset on Spark Ignition Engine				
Thesis Summary				
<p>Spark ignition engines are widely used as power sources. Further improvement in thermal efficiency is required from social demands for reduction of carbon dioxide emissions. The thermal efficiency of the spark ignition engine is restricted by abnormal combustion called “knock”. This abnormal combustion is caused by the compression auto ignition of the unburned mixture near the cylinder wall. In order to improve anti - knock performance, it is necessary to grasp the compression ignition process of the unburned mixture from the perspective of the physical / chemical process.</p> <p>The purpose of this study is to clarify the influence of temperature / pressure history of unburned mixture which changes depending on the heat release rate of the propagation flame on the ignition delay time in spark ignition engine.</p> <p>In Chapter 1, the past knock and compression auto ignition studies were reviewed and the purpose of this study was described.</p> <p>In Chapter 2, experiment and numerical chemical reaction calculation method were described.</p> <p>In Chapter 3, the behavior of combustion cycle variation in the cylinder pressure measurement period was investigated. It was revealed that dependency of knock intensity on temperature and pressure at auto ignition is high. In addition, by using the optical sensor, the validity of the knock strength evaluation by the in-cylinder pressure measurement was confirmed. And it was showed that there is a relationship between the onset position of the auto ignition and the knock intensity</p> <p>In chapter 4, by using numerical chemical reaction calculations, the changes of heat release rate history of the flame on the ignition delay time of the unburned mixture were investigated.</p> <p>In chapter 5, by using a rapid compression machine, fuel is injected into the combustion chamber at different times in the compression stroke to change the temperature / pressure history. The influence of temperature / pressure history on ignition delay time was clarified.</p> <p>In Chapter 6, the piston was designed aiming at prolonging the ignition delay time due to slowing of the temperature rise of the unburned mixture. Heat transfer was promoted locally by moderately strengthening the gas flow at the knock onset position. The effect was verified by the combustion test of the single cylinder engine.</p> <p>In chapter 7, the findings and the conclusion of this study were described.</p>				