

ガソリン燃焼チーム クラスター大学16 (燃料・ノック班)

日本大学理工学部 吉田洸紀, 柴田悠司, 高野由宇生, 清水巧平, 関谷耕平, 星谷拓, 室伏光, 渡部義矢, 齊藤允教, 飯島晃良, 田辺光昭

超急速圧縮装置 (SRCM) を用いた ノック発生メカニズム解明とノック抑制コンセプト創出

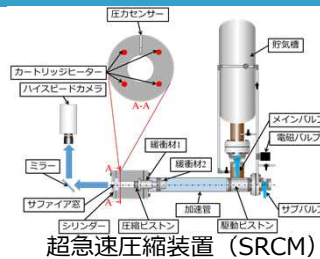
目的

RCMを用いて、ノック予測モデルの検証及び結果フィードバックを行い、予測精度向上を行う

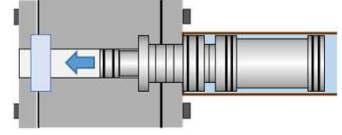
- 圧力波生成メカニズムの解明
- 乱流と着火反応の相互作用の解明
- ノックフリー燃焼実現手法の提案
- 圧力波抑制コンセプトの実施・検証

研究方法

- 急速圧縮装置で圧力波の挙動解析を行い、生成メカニズム検証および圧力波抑制コンセプト構築を行う
- 急速圧縮装置による実験および数値解析により圧力波抑制コンセプトの検証を行う



- ✓ 実機における圧縮・燃焼行程を模擬
- ✓ 圧縮時間最大5ms (世界最短)
- ✓ 筒内全域可視化

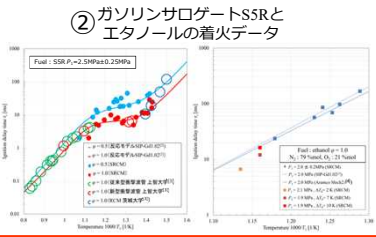
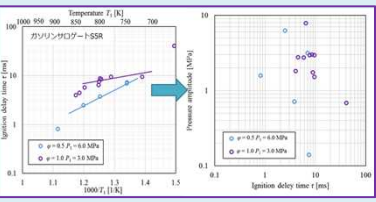


主な成果

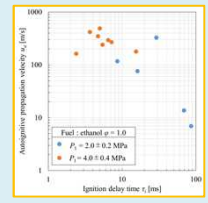
不均一場における未燃ガスの自発点火に伴う圧力波成長メカニズムを検証

乱れを用いたノッキング抑制方法の検証

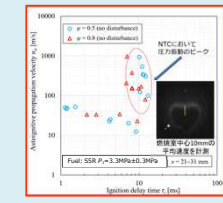
① NTC領域での圧力によるEの変化が圧力振幅に及ぼす影響



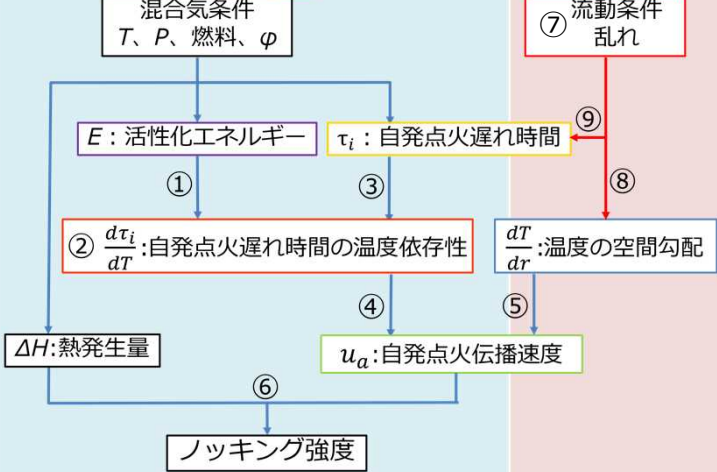
③ τ_i の変化が自発点火伝播速度に及ぼす影響



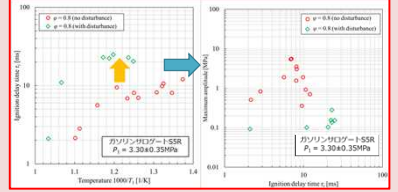
④ 自発点火遅れ時間の温度依存性が自発点火伝播速度に与える影響



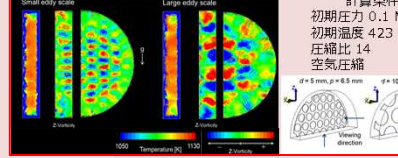
$$\text{Bladleyの式}^{[1]} \quad u_a = \left(\frac{dT}{dr}\right)^{-1} \left(\frac{d\tau_i}{dT}\right)^{-1} = \left(\frac{dT}{dr}\right)^{-1} \left\{ -\tau_i \left(\frac{E}{RT^2}\right) \right\}^{-1}$$



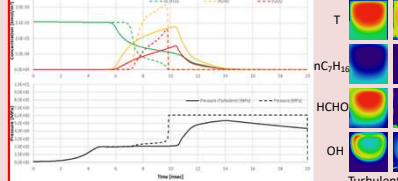
⑦ 乱れによる自発点火遅れ時間の長期化及び圧力振幅の低減



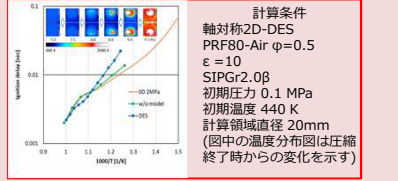
⑧ 圧縮終了後の温度と渦度分布の数値計算結果



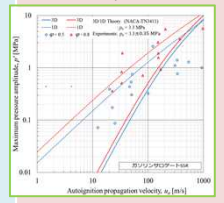
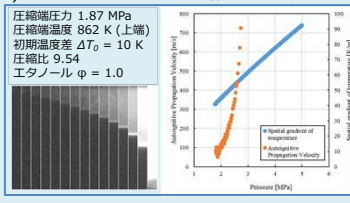
⑨ SIP簡略反応モデルでの乱流の影響評価



⑨ 乱流輸送による自発点火遅れ時間の増大効果



ノッキング強度



今年度の取組

- 自発点火遅れ時間の圧力振幅への影響評価
- 乱れによるノック抑制効果の詳細解析
- 燃料の影響評価 (反応モデルとの比較検証)
- 温度の空間勾配の自発点火伝播速度への影響評価

研究計画

| 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|-------------------|--------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| RCM試験装置と計測系の開発・構築 | 試験装置開発 | ノック発生メカニズム解明のためのデータ蓄積および希薄混合気のノック条件特定 | ノック抑制コンセプトの創出 | ノック予測精度向上 |
| | | ノック特性解明 | 基本的耐ノック性向上コンセプトの創出 | ノック抑制コンセプトの検証 |
| | | 希薄予混合気のノック強度に関するパラメトリックスタディおよびモデル作成 | 圧力波の挙動解析によるメカニズム検証および抑制コンセプト構築 | ノック予測モデルの検証および結果フィードバック |

[1] Bradley, D., Autoignition and detonations in engines and ducts, Philosophical Transactions of the Royal Society A 370:689-714, 2012.
 [2] 三村 昂他, ガソリンサロゲート詳細な燃焼機構の構築, 自動車技術会2017年春学術大会講演要旨集, 2017年5月24日~5月26日, 横浜.
 [3] SIP革新的燃焼技術ガソリン燃焼チーム「衝撃波を用いたノック予測モデルの検証」<http://sip.st.kico.ac.jp/>
 [4] G. Mittal, et al., Autoignition of ethanol in a rapid compression machine, Combust. Flame (2014) 161(5)