

# 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, 豊田 椋平, 本多 浩詩,

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

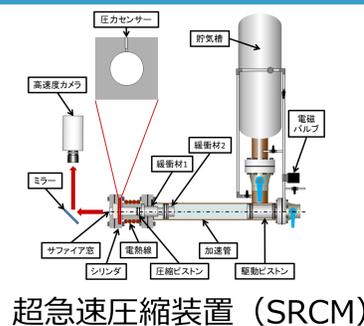
### 目的

圧力波発生モデルを作り、反応モデルによる化学種生成予測と合わせて、ノック抑制コンセプトを検証する

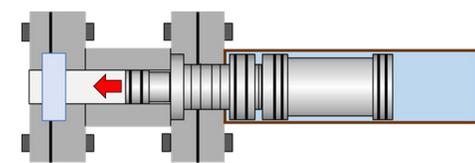
- 圧力波生成メカニズムの解明
- 乱流と着火反応の相互作用の解明
- ノックフリー燃焼実現手法の提案
- 圧力波抑制コンセプトの実施・検証

### 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

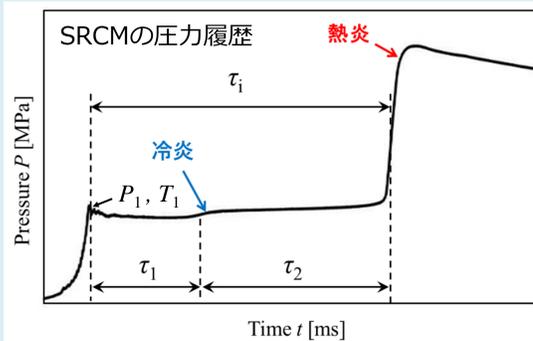
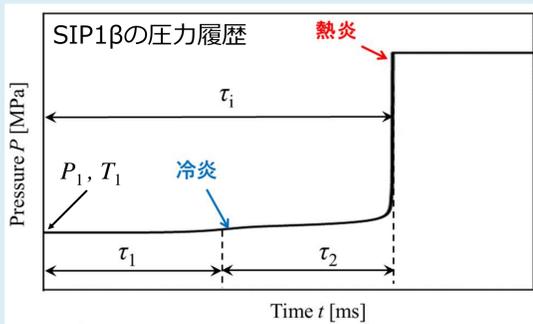


- 実機における圧縮・燃焼行程を模擬
- 圧縮時間5ms (世界最短)
- 筒内全域可視化



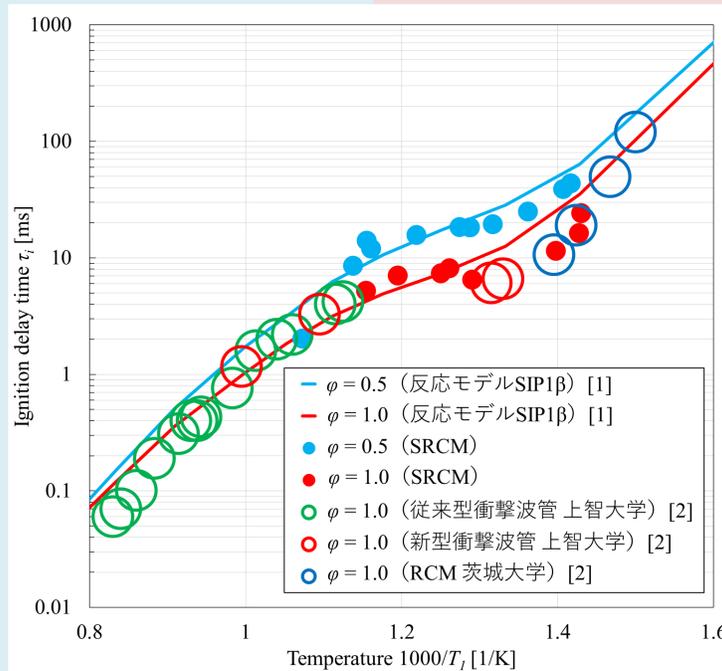
### 主な成果

S5R反応モデルの精度検証



$\tau_1$ : 第一誘導期間  $\tau_2$ : 第二誘導期間  $\tau_i$ : 自発点火遅れ時間  
 $P_1$ : 圧縮端圧力  $T_1$ : 圧縮端温度

未燃ガスの自発点火に伴う圧力波生成メカニズム検証



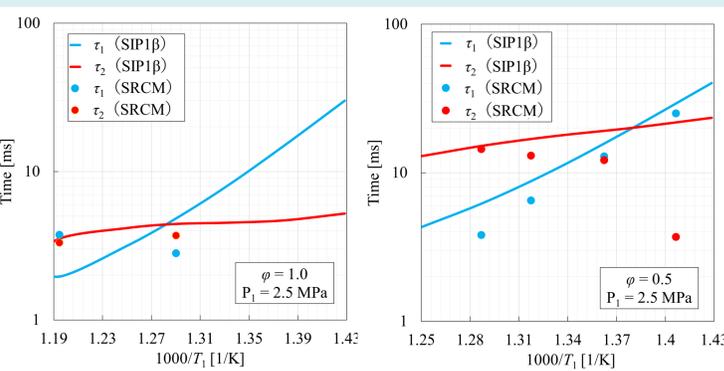
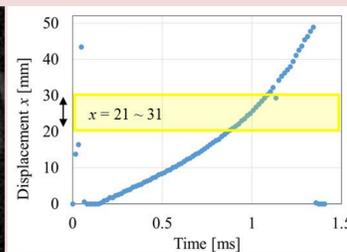
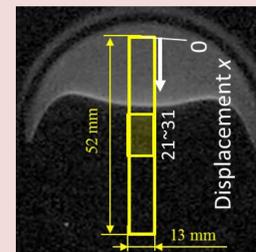
Bradley理論 [3-5]

$$P(t) = \frac{\rho}{4\pi d} \frac{d}{dt} \left( \frac{dV}{dt} \right)_{t-t_a}$$

$$\frac{dV}{dt} = 4\pi R^2 u_a (\sigma - 1)$$

$$u_a = \left( \frac{dT}{dr} \right)^{-1} \left( \frac{d\tau_i}{dT} \right)^{-1}$$

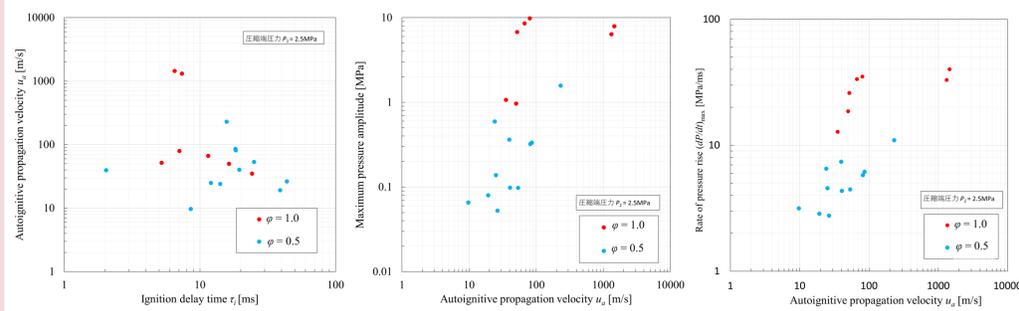
$\rho$ : 気体の密度  
 $t_a$ : 圧力波が自発点火点から  $d$  進行するまでの期間  
 $dV/dt$ : 体積の時間変化率  
 $R$ : ガス定数  
 $u_a$ : 自発点火伝播速度  
 $\sigma$ : 既燃ガスに対する未燃ガスの密度比  
 $dT/dr$ : 温度の空間勾配  
 $d\tau_i/dT$ : 自発点火遅れ時間の温度依存性



冷炎が発生する温度域、特に低温側で実験値と反応モデルで  $\tau_i$  にズレが生じている

$\phi = 0.5$  では、 $\tau_1$  は実験値と反応モデルの傾向は概ね一致したが、 $\tau_2$  は低温側で実験値と反応モデルに大きくズレが生じた

$\phi = 0.5$ 、 $\phi = 1.0$  ともに、冷炎が発生する温度域、特に低温側でより詳細な検証が必要である



[1] 三好 明・酒井 康行, ガソリンサロゲート詳細反応機構の構築, 自動車技術会2017年春季大会学術講演会講演予稿集, 2017年5月24日~5月26日, 横浜.  
[2] SIP革新燃焼技術 ガソリン燃焼チーム「衝撃波管によるノック予測モデルの検証」<http://sip.st.keio.ac.jp/>  
[3] Bradley, D., Autoignition and detonations in engines and ducts, Philosophical Transaction of the Royal Society A, 370, 689-714, 2012.  
[4] Bradley, D., Morley, C., R. D. Emerson., Amplified Pressure Waves During Autoignition, Relevant to CAI Engines, SAE Technical Paper 2002 01 2868, 2002  
[5] Bates, L., D. Bradley., Engine hot spots: Models of autoignition and reaction propagation.

### 今年度の取組

- 圧力波の詳細な挙動解析
- 乱流場一般に使用可能な圧力波生成モデルの作成
- 乱れによるノック抑制効果の詳細解析
- 各条件における反応モデルとの比較検証

### 研究計画

