

# 制御チーム 日本大学生産学部

## 秋濱 一弘

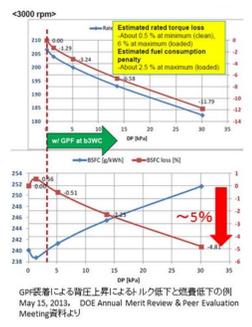
**PM**  
グループ  
リーダー

「直噴ガソリンエンジンにおけるPM生成詳細モデル構築ならびにPM低減指針の提示」

### PMグループ 直噴ガソリンエンジンのCFD用PM生成モデル群

#### 背景

- ユーロ6C以降の将来規制に対しては、GPFの装着が必要になる
- GPF装着で燃費(熱効率)は1~5%低下し、熱効率50%達成への深刻な障害(右図)
- GPF装着なしで将来規制をクリアする必要性大

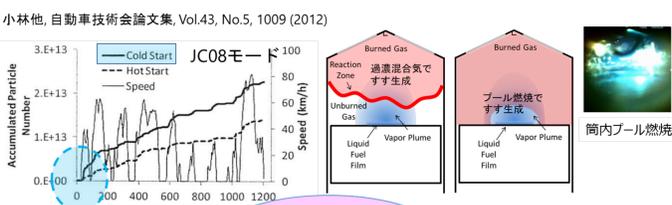


始動時の一連のPM生成・酸化過程の全容解明と低減策検討のためのモデル群が必要

#### ねらい

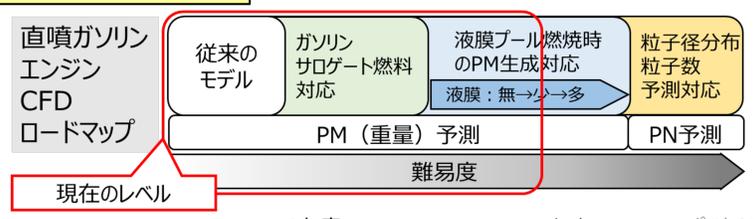
- 冷間始動時を含めた過給直噴ガソリンエンジンにおけるPM排出現象の解明・モデル化とPM低減指針を提示
- GPFの装着なしにユーロ6C以降の将来規制に対応することで、排気クリーン化
- GPF装着に伴う ①排気抵抗増加によるポンプ損増加、②残留ガス量上昇による耐ノック性低下、を防止する「熱効率50%実現のための基盤技術」を構築

#### 冷間始動時を含めたPM排出現象の解明・モデル化と研究分担

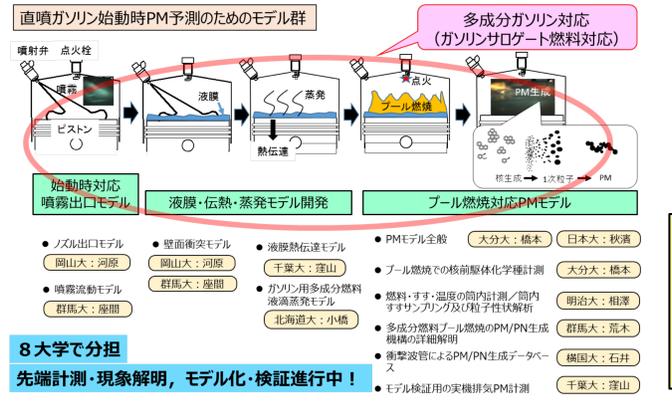
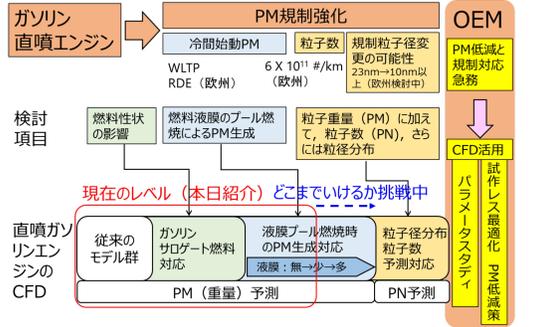


直噴ガソリン始動時のPM排出重要 現象解明とモデル化が必要 始動時は、ディーゼルとPM生成の燃焼条件が異なる

#### 今後の予定・展望



	4年度	5年度	ポストSIP
ガソリンサロゲート燃料対応	多成分燃料モデル群評価・検証 (噴霧~液膜~PMモデル群) 定容器, RCEM, 衝撃波管, バーナーなど	多成分モデル改良	簡略化?
液膜プール燃焼時のPM生成対応	液膜: 無~少 モデル群のVerification 検証: RCEM, プール燃焼バーナー	液膜: 多(始動時)への挑戦 検証: RCEM (定性) 実機排気 (定量)	
粒子径分布予測対応	手法の調査・検討 セクショナル法など	データベース構築・モデル構築 一次粒子と凝集粒子の関係調査	



#### 主な成果

- 先端計測技術の開発
- 多成分モデル骨格提示
- 汎用ソフトによるRCEM内のPM計算・モデル検証開始

## 日本大学生産学部 直噴ガソリンエンジンにおけるPM生成詳細モデル構築ならびにPM低減指針の提示

#### 研究概要 目的

3次元CFD用の直噴ガソリンエンジンPM生成詳細モデルを開発する。衝撃波管などのSIP独自データを用い、検証と改良を行い、多成分ガソリンサロゲート燃料への対応を可能にする。

#### 研究成果

#### モデルの概要

粒子生成過程イメージ: Fuel (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) → (プール)燃焼 → 核形成 (PAHの2量体を粒子核) → 粒子の成長 → 1次粒子の数と平均粒径

最新の詳細素反応モデル\*を導入

- ガソリンサロゲート燃料\*\*に対応
- 7環までの多環芳香族(PAH)成長反応
- \* KAUSTモデル(2015)
- \*\* ノルマルヘプタン、イソオクタン、トルエンの混合燃料

モーメント法による粒子計算

- 36通りの2量体核形成ルート
- 2体衝突による球状粒子成長
- 表面反応による粒子成長

#### PMグループのガソリンサロゲート燃料 (北海道大学 提案)

実験用PM模擬燃料 (5成分)	CFD用仮想燃料 (3成分)
イソペンタン (沸点 28°C)	イソオクタン (沸点 28°C) [低沸点: イソオクタン]
nヘプタン (沸点 98°C)	nヘプタン (沸点 98°C)
イソオクタン (沸点 99°C)	イソオクタン (沸点 99°C)
トルエン (沸点 111°C)	トルエン (沸点 111°C)
TMベンゼン (沸点 169°C)	トルエン (沸点 169°C) [高沸点: トルエン]

レギュラー (RON=90.5) のPM生成実験は横浜国大 (C22) が実施中

ガソリンサロゲート燃料のPMモデル最適化に成功 ~ 衝撃波管を用いた独自データベースを構築 ~ (大分大学, 横浜国立大学と共同)

#### モデル中の調整パラメータを抽出/最適化

アセチレン表面付加反応の反応定数を変化 (下式 A を変化)

$$S_i (i=1 \sim \infty) + C_2H_2 \rightarrow H(se) + 2C(B) + H$$

反応速度式  $K = AT^n \exp(-\frac{E}{RT})$

#### 3成分サロゲート燃料の結果

25% トルエン + 65% イソオクタン + 10% ノルマルヘプタン (Ar 99%希釈)  
圧力 P = 235kPa 反応時間 = 2ms

#### 予定, 将来展望

2017 (4年度)	2018 (5年度/最終年度)	ポストSIP
多成分燃料モデル評価・検証	多成分燃料モデルの改良・完成	簡略モデル開発 粒径分布予測

#### 課題

- モデルの適用範囲 (圧力, 当量比など) の明確化
- 平均粒径計算結果の妥当性評価
- 3D-CFD計算の計算時間短縮

#### 今後

過濃混合気燃焼時のデータも加えてさらに検討

他の燃料組成でも概ね一致

50% トルエン + 50% イソオクタン (Ar 99%希釈)  
圧力 P = 235kPa 反応時間 = 2ms