制御チーム　クラスター大学14

PM
グループ
リーダー

日本大学生産学部
秋濱　一弘

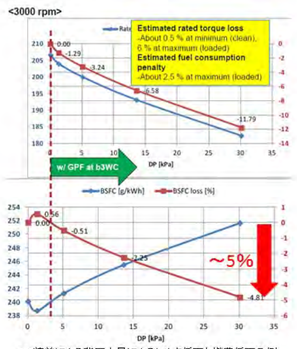
「直噴ガソリンエンジンにおけるPM生成詳細モデル構築ならびに
PM低減指針の提示」

PMグループ　直噴ガソリンエンジンの粒子状物質（PM）排出の現象解明・モデリングと低減基盤技術

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ーする必要性大

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



GPF装着による背圧上昇によるトルク低下と燃費低下の例
May 15, 2013， DOE Annual Merit Review & Peer Evaluation Meeting資料より

ねらい

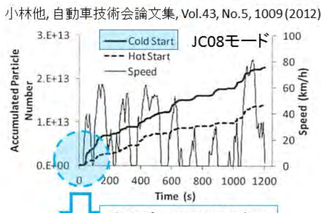
- 冷間始動時を含めた過給直噴ガソリンエンジンにおけるPM排出現象の解明・モデル化とPM低減指針を提示
- GPFの装着なしにユーロ6C以降の将来規制に対応することで、排気クリーン化
- GPF装着に伴う ①排気抵抗増加によるポンプ損増加、②残留ガス量上昇による耐ノック性低下、を防止する“熱効率50%実現のための基盤技術”を構築

PM重量と粒子数予測のベンチマーク

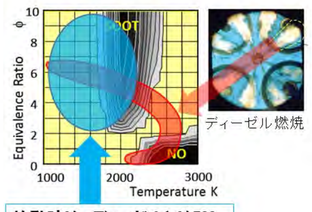
実施機関（年代）	対象エンジン	定常条件	冷間始動条件
ミシガン大（2005）	直噴ディーゼルエンジン	1500rpm/高負荷 PM重量予測 / 粒子数予測 △ / ×	PM重量予測 / 粒子数予測 × / ×
ケンブリッジ大（2011）	直噴ガソリンエンジン	1500rpm/中負荷 PM重量予測 / 粒子数予測 ○ / ○	PM重量予測 / 粒子数予測 × / ×
Shell/ケンブリッジ大（2011）	直噴ディーゼルエンジンベース：軽油/ガソリン 2燃料エンジン	1200rpm/中負荷 PM重量予測 / 粒子数予測 ○ / ×	PM重量予測 / 粒子数予測 × / ×
PMグループ目標	高過給 直噴ガソリンエンジン（ガソリンチーム開発エンジン）	ガソリンチーム開発条件 PM重量予測 / 粒子数予測 ○ / ○	PM重量予測 / 粒子数予測 ○ / △～○

冷間始動時を含めたPM排出現象の解明・モデル化の必要性

小林他, 自動車技術会論文集, Vol.43, No.5, 1009(2012)



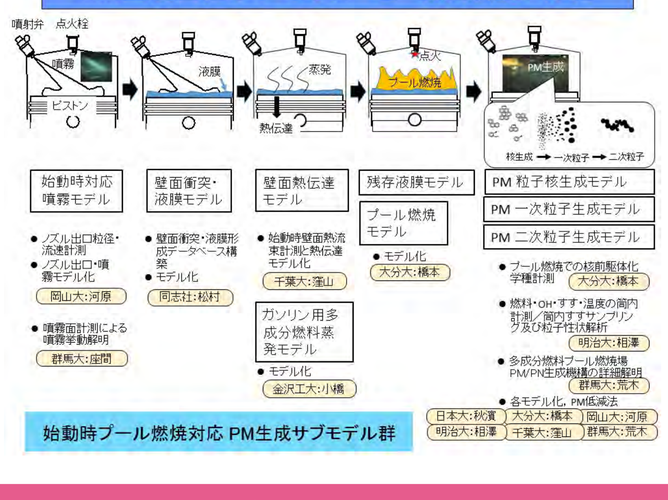
始動時のPM排出重要



始動時は、ディーゼルとはPM生成の燃焼条件が異なる

始動時のPM生成過程

PM生成過程サブモデル と 研究課題・分担

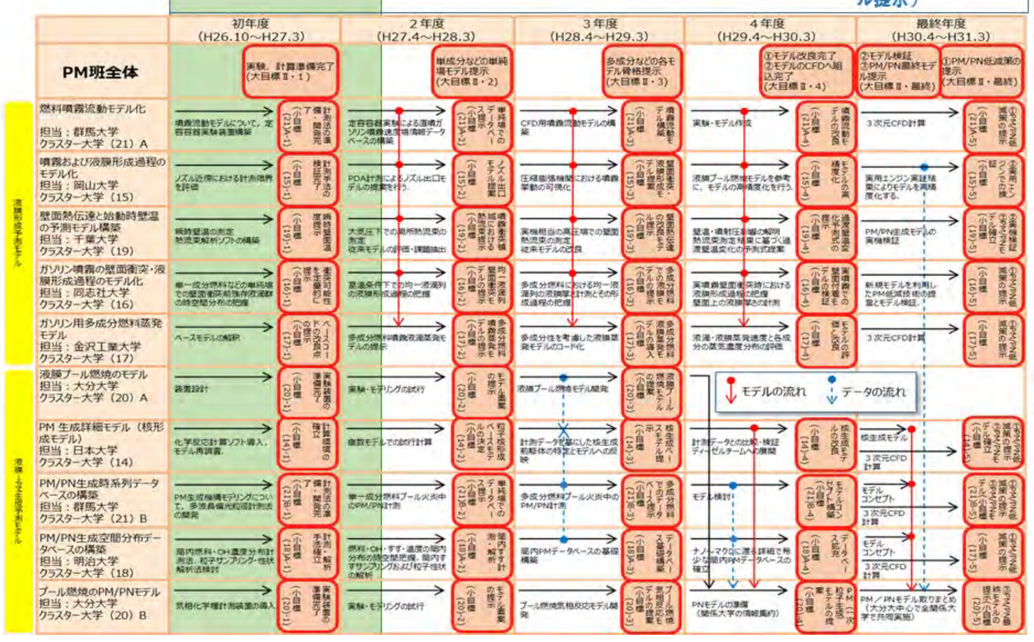


始動時プール燃焼対応 PM生成サブモデル群

計画（全体計画書より抜粋）

グループ年度目標

実験・計算準備完了	単成分などの単純場モデル提示	多成分などの各モデル骨格提示	①:各モデル改良を完了. ②:各モデルのCFDへの組込完了	①:PM/PN低減策の提示. ②:モデル検証. ③:PM/PN最終モデル提示）



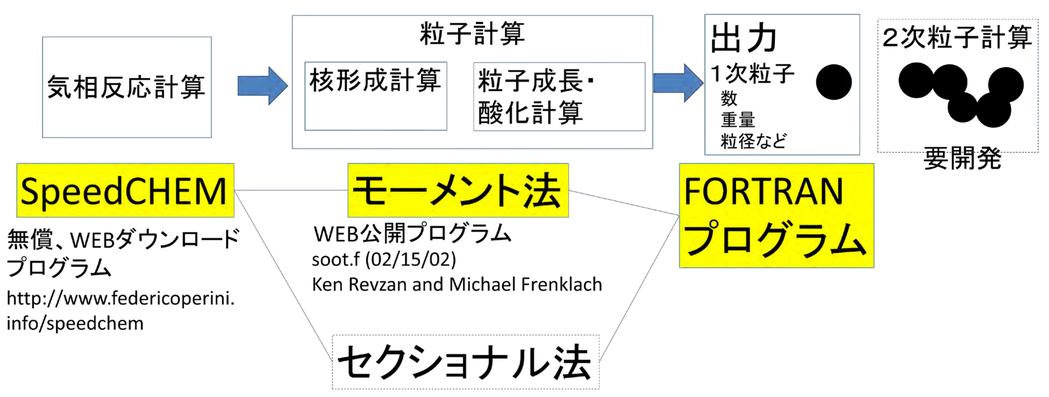
クラスター大学14　直噴ガソリンエンジンにおけるPM生成詳細モデル構築ならびにPM低減指針の提示

最　終　目　的

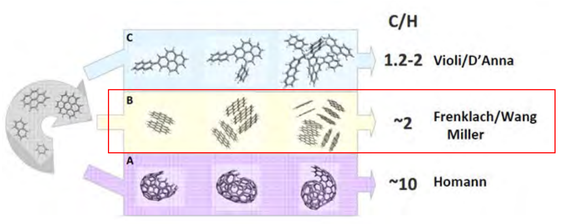
- 直噴ガソリンエンジン内でのPM核生成過程をモデル化する。
- 構築したPM核生成モデルを自動車エンジン燃焼室３次元CFDソフトに組込み，PM低減のための指針を提示する。

研　究　方　法

- 核形成などの各種モデルの改良がソースコードレベルで可能なすす生成計算プログラムを作成。
- ディーゼルチーム、要素技術・東北大宮本研究室と連携して、核形成モデルを高度化する。



進　捗　状　況



- すす生成計算のFORTRANプログラムを作成（クラスター大学(20) 大分大学と共同）。
- PM核形成プロセスを調査。主に３つの経路があり，その中で多環芳香族（PAH）を前駆体とするものが主流。PAH２量体説が現時点では妥当であると結論。
- 要素技術　東北大宮本研究室と連携して、量子計算を利用した核形成モデルの改良を検討中。

課　　題

- PN予測方法、PM組成（炭素成分：有機成分）の２次粒子生成への影響

今 後 の 予 定

2014	2015	2016	2017	2018
計算環境の確立	粒子核形成ベースモデルの決定	ガソリンプール燃焼での核生成ベースモデル提示	直噴ガソリン用核生成モデルの改良	３次元ＣＦＤを用いたＰＭ低減策の提示