

研究クラスター・プロジェクト名	
題 目	次世代自動車用パワーシステムソリューションの包括的研究
著 者	草鹿仁, 大聖泰弘, 大貝俊晴, 納富信, 紙屋雄史

1. 研究目的

本包括的研究では、エンジンや燃料電池を対象とした数値解析における化学反応過程の詳細な記述、数値熱流体理論による熱や物質の輸送過程のモデル化により、幅広い運転条件に対し普遍性のあるモデルの構築を目指すと共に、数値モデリングを解析ツールのみでなく、数値実験によるパワーシステム適合、制御分野への応用の可能性について検討する。

2. 研究項目及び研究成果

2.1. ガソリンエンジンの性能改善

高効率化と排出ガスの低公害化を可能とする HCCI 燃焼の運転領域拡大を目的としてエンジン実験を行い、吸排気バルブタイミングの変更により吸入空気量及び残留ガス量を制御することで運転領域拡大の可能性を示した(図 1)。

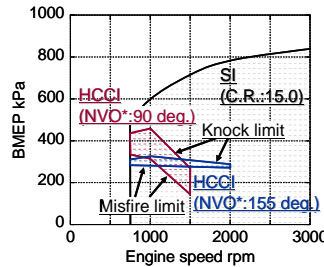


Fig. 1 HCCI 燃焼の運転領域

2.2. ディーゼルエンジンの性能改善

2.2.1 燃焼パラメータが CO 生成に与える影響調査

ディーゼルエンジンの後処理装置の一つである NOx 吸蔵還元触媒では、吸蔵した NOx の還元に CO が有効であると考えられている。本研究では CO の生成に対する Pilot 噴射時期及び燃料噴射圧力の影響を調査し、その結果、Pilot 噴射時期の早期化及び燃料噴射圧力の増加が CO 排出量の増加に有効であることが確認された。(図 2)

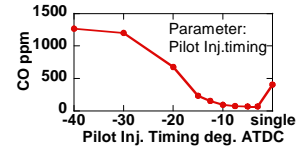
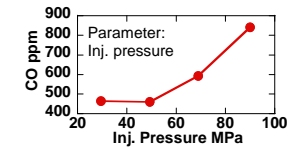


Fig. 2 各種噴射パラメータの CO 生成挙動に対する影響



2.2.2. GTT コードを用いた燃焼及び Soot 予測モデルの開発

数値熱流体コード GTT に詳細な素反応過程を考慮した化学反応モデルと Soot 微粒子生成過程モデルを導入し、ディーゼル機関の燃焼と Soot 排出挙動について高い再現性を発揮する予測コードの開発を行なっている(図 3, 4)。

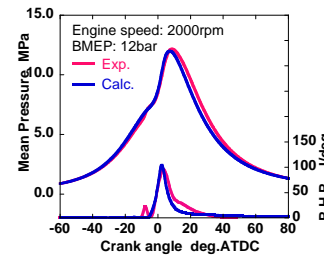


Fig. 3 筒内圧力, R. H. R. (GTT による解析結果)

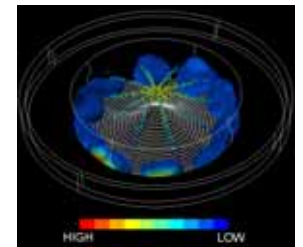


Fig. 4 Soot 生成領域 (GTT による解析結果)

2.2.3. 尿素水噴射制御ロジックの解析

本研究ではディーゼルエンジンの後処理装置の一つである尿素 SCR 触媒の NH3 スリップ低減を目的とし、1 次元触媒反応モデルを用い触媒に吸着する NH3 量を制御する尿素水噴射制御ロジックを構築した。その結果、簡易的な負荷上昇を伴う過渡条件において NOx 浄化率を悪化させることなく NH3 スリップを低減可能であることが示唆された。

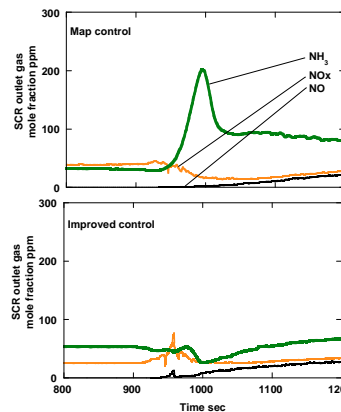


Fig. 5 尿素水噴射制御ロジックの NH3 slip ピーク抑制効果

2.2.4. ディーゼルエンジンの Real time 制御に関する研究

本研究ではディーゼルエンジンへのモデルベース制御の適用を目的とし、高速演算ディーゼル燃焼モデルおよび PSO(粒子群最適化)により運転パラメータを最適化する最適化モデルの構築と検証を実施した結果、1)単段噴射における運転パラメータの変化に伴う燃焼の変化の予測 2) PSO による燃費と環境性能の同時改善を可能とする運転パラメータの探索 の 2 点(図 6, 7)が可能であることが示された。

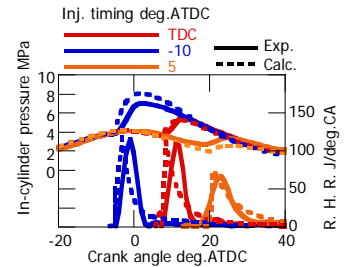


Fig. 6 筒内圧力, RHR (高速演算モデルの検証)

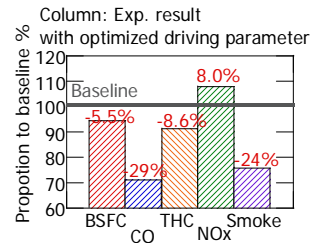


Fig. 7 PSO による最適化

3. 結論

エンジン実験と数値解析によりガソリンエンジン、ディーゼルエンジンの高効率化、低公害化に関する手法を提案すると同時にその効果を解析した。