

日時： 2008年5月31日(土) 13:30 - 16:50

場所： 名古屋国際センター 第2研修室

出席者： 32名

野田 進 (主査, 豊橋技術科学大学), 草鹿 仁 (講師, 早稲田大学), 中間 健二郎 (講師, スズキ), 青木 茂 [代: 高松 昌史] (豊田自動織機), 井原 禎貴 (岐阜大学), 内田 登 (日野自動車), 太田 安彦 (元名古屋工業大学), 加藤 正明 (デンソー), 加藤 隆輔 [代: 木下 久寿] (ヤマハ発動機), 鬼頭 俊介 (豊田工業高等専門学校), 串田 丈夫 (ボッシュ), 久保 賢明 [代: 伊東 輝行] (日産自動車), 桑原 一成 (大阪工業大学), 小島 晋爾 (名城大学), 斎藤 昭則 (豊田中央研究所), 柴田 元 (新日本石油), 調 尚孝 (日本自動車部品総合研究所), 高野 孝義 (豊田工業大学), 金子 誠 (富士重工), 高橋 周平 (岐阜大学), 田村 守淑 (東邦ガス), 長谷川 国生 (ダイハツ工業), 藤川 武敏 [追: 堀田義博] (豊田中央研究所), 山本 茂雄 [追: 大森祥吾] (三菱自動車工業), 若井 和憲 (岐阜大学), 鷲尾 修司 (大阪ガス), 古谷 正広 [追: 榊原 徹, 新田 洋介] (幹事, 名古屋工業大学), 大平 哲也 (幹事, スズキ) [代: 代理出席者] [追: 追加出席者]

議事:

1. 連絡事項(13:30-13:40)

- (1) 野田新主査より挨拶と08年度委員会構成説明, 新委員紹介と挨拶 (名城大学教授小島 晋爾先生)があった。
- (2) 藤川前主査より07年度活動総括と会計報告があった。

2. 話題提供

(1) 早稲田大学創造理工学部総合機械工学科 草鹿 仁 教授 (13:40-15:10)

「ディーゼル燃焼と尿素 SCR システム」

<要約>

ディーゼル燃焼について PAH 形成と Soot 生成の関係を焦点にシミュレーションして調査した。C14H28, n-heptane, toluene, 多環芳香族, 多炭素結合 (炭素原子数百で ϕ 1nm の Soot) の順で生成される。ディーゼルサロゲート燃料分裂モデル KH-RT を改良し, 被覆面積を要因として考慮した。セル中は均質な数密度を与えて計算した。

PAH 形成プロセスの仮定はアセチレン付加で検証。スート生成, 存続を表現するために OH, NO_x の活性サイト, 不活性サイトを計算に組み入れた。アセナフチレンの前駆体の計測など実験結果をフィードバックした。EGR 増加によって NO_x は低減するが Soot が増えることを計算で確認した。Soot 核生成は EGR 率が高いと低酸素濃度で多くなる一方, 表面反応は EGR が低いほうが活性サイトの影響が大きい活性サイトの密度は下がることで大きな差がないというメカニズムがあるため。スート密度は酸素濃度が約 13% でピークとなり, さらに HCCI/PCCI 燃焼など大量 EGR 低酸素下では低下していく。

NO 生成を抑えるには着火時間をリーン化などで長くし, 局所高温を EGR で避けることが有効ではないか。Soot 生成を抑えるには噴射燃料昇圧, 多段噴射, リーン化が有効ではないかという結果が導かれた。

尿素 SCR は NO_x 浄化率が高くできるというメリットがある一方, 尿素噴射量の制御や NH₃ 排出の対応という課題がある。エンジン実験によって低負荷低排気温度から高負荷高排気温度までその課題について調査した。

SCR 触媒より手前で NO と NO₂ の比が燃焼などにより変化するため, 尿素水溶液噴射による NH₃ の生成量が異なる。浄化率を最大にするには NO : NO₂ の比を 1 : 1 近傍に制御する仕組みが効果的である。

NH₃ 吸着率は低温で高く, 高温で小さいので, 負荷が変化する過渡運転では, 高負荷で NH₃ スリップが増大する。燃焼負荷への対応としては, 排ガスバイパス経路などで NO/NO₂ 比を制御すること, 排気温度 (SCR 触媒温度) 変化の対応としては, 吸着量をセンシングして一定時間噴射しないなどの制御を行なうことが, 高浄化率維持に有効と考えられる。

<質疑応答>

質問: GTL 燃料にすると Soot が半減したが PAH 含有率の違いからと考えてよいか?

回答: O 原子が介在し Soot 生成の過程が違った結果と考える。GTL であれば DPF は小型軽量化できるとの情報もあるので, 酸化過程も異なると思われる。

質問: Soot に働く OH 供給源は火炎からか, 既燃ガスでの平衡状態からのものか?

回答: NO が生成領域から Soot に作用する OH を供給していることがわかっている。

質問: 多段噴射は試されたか?

回答: 二段, 三段の噴射は行っており, 攪乱による効果についても評価できる。

質問：反応場は三百段に迫る素反応を考慮されているが、流れ場は $k-\epsilon$ モデルでセル中の反応も平均的に与えているがよいのか？

回答：概説すれば、セルごとで well-stirred reactor で解いて、1 より小さな係数を掛けて反応を柔らかくする。その係数は化学反応特性時間と乱流混合特性時間との和分の化学反応特性時間で算出している。乱流混合特性時間は ϵ から見積もっている。

質問：カーボンの周りに付着する SOF の影響は？

回答：計算には SOF は含んでいないが、関与していると考えている。

質問：計算での到達目標は？

回答：Soot に関しては前駆体である PAH になるまでの過程と PAH の分解を記述でき、さらに非常にロバスト性の高い多段噴射への対応が可能であることである。

(2) スズキ株式会社 開発部 中間 健二郎 氏 (15:30-16:10)

「エタノールが火花点火式ガソリンエンジンのノックに及ぼす影響」

<要約>

異なる圧縮比下においてエタノールの混合割合がガソリンエンジンの耐ノック性能に与える影響を調査した。一次元予混合火炎伝播計算結果およびボアスコープによる初期火炎速度の可視化結果からエタノールが火炎伝播速度の向上に影響を与えていることを確認した。また、0 次元詳細化学反応計算からエタノールが特に負の温度係数域から低温の領域の着火遅れを増大させることがわかった。さらに、実機性能試験からこれらの効果により耐ノック性能が大幅に向上することを確認した。一方、発熱量の低いエタノールのガソリンへの混合は燃費 (L/km) の悪化を招く。

しかしながら、圧縮比を 15 近辺まで増大させエタノールのノック抑制効果を利用することで熱効率は大幅に改善し、E20 の条件でベースの圧縮比 9.5 における燃費を上回る結果を得た。さらに、DES による筒内流動計算と燃焼光計測結果から、流動がノックに与える影響を明らかにした。

<質疑応答>

質問：層流火炎伝播速度が増加する効果のみで初期火炎伝播速度に影響を与えるのか？蒸発潜熱などの影響や空気量の影響などは無いのか？

回答：比熱の変化による筒内温度への影響は軽微である。また、PFI であるため蒸発潜熱の影響やそれらが吸入空気量に与える影響もわずかである（実験における空気量は E100 と E0 で一致していた。）。また、乱れに与える影響も無視できると考えられる。このことから層流火炎伝播速度の向上が初期火炎速度に影響を与えているといえる。

質問：ノック強度と輝度には相関があるということであったが、ノック強度と輝度の関係が異なるサイクルもある。これらはなぜ生じるのか？

回答：不明。今後調査していく。

質問：ノックの計算は火炎伝播と化学反応計算を同時に解いているのか？

回答：火炎の進展を改良 flamelet モデル、未燃部を改良 shell モデルと一段熱炎反応モデルで解いている。

以上